"Я электрик!"

ЭЛЕКТРОННЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ



"Я электрик!"

Журнал
для облегчения жизни
специалистов-электриков

www.electrolibrary.info

Редактор журнала: Повный Андрей

Сайт журнала «Я электрик!»: www.electrolibrary.info

e-mail: electroby@mail.ru

Выпуск №6 Сентябрь 2007 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Люминесцентные лампы

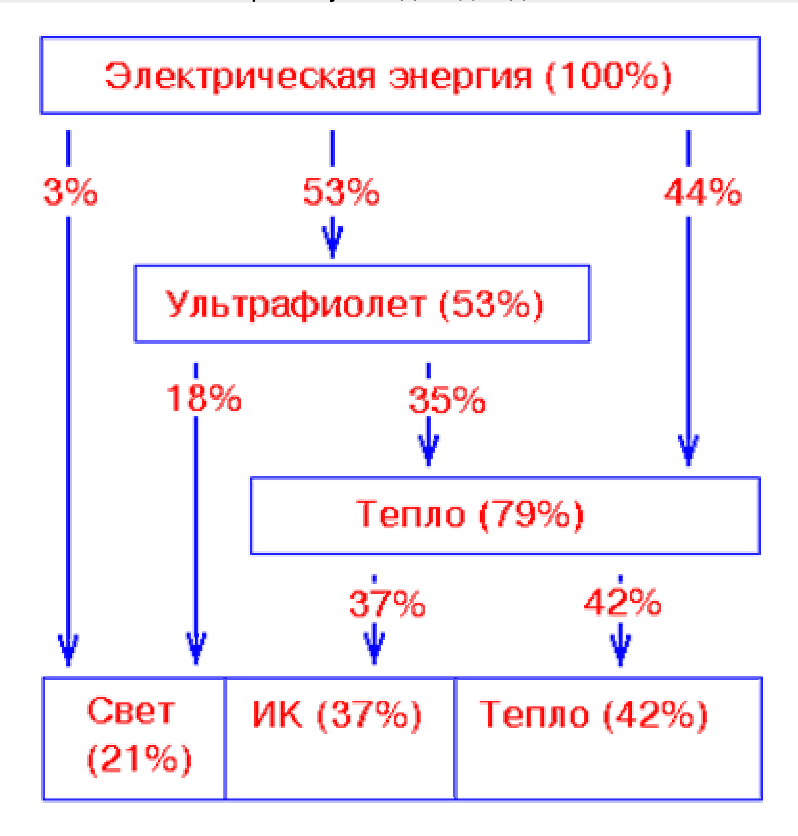
Как они работают?

Ниже рассмотрены основные типы люминесцентных ламп. Данная статья не является исчерпывающим объяснением принципов работы и параметров ламп. Ее целью является дать общее представление о люминесцентных лампах

ЛЛ – это газоразрядные лампы низкого давления , внутри которых находятся пары ртути при низком давлении и инертный газ (обычно аргон), для облегчения зажигания и т.д.

На внутреннюю поверхность лампы нанесен слой люминофора, который преобразует ультрафиолетовые линии ртути в видимое излучения. Меняя состав люминофоров, можно получить лампы с различными спектрами излучения.

Светоотдача (т.е. количество излучаемых люменов на единицу потребляемой мощности) зависит от типа лампы и составляет 70-100 люмен/ватт. Срок службы доходит до 15000-20000 часов.



Несмотря на более высокую эффективность люминесцентных ламп по сравнению с лампами накаливания, все равно только небольшая часть подводимой энергии преобразуется в видимое излучение (не считая потерь в балласте). Большая часть энергии превращается в инфракрасное излучение (37%) и рассеяное тепло (42%).

Какие типы бывают?

По схеме зажигания лампы бывают нескольких видов - требующие стартера (pre-heat start) и не требующие стартера (rapid start и instant start). По диаметру колбы лампы делятся на несколько видов (диаметр измеряется в 8-х дюйма), буква Т обозначает tubular форму колбы:

Т-5 – пока не являются широко используемыми, поэтому дорогие. Некоторые аквариумные фирмы устанавливают их в аквариумные системы. Покупая такую систему, помните о сложности приобретения новой лампы. У этих ламп светоотдача доходит до 100-110 люмен/ватт. Компактные лампы (power compact) также имеют трубки Т5. Сейчас компании, производители ламп, стали выпускать достаточно много ламп этого типа.

T-8 – новые лампы. Они постепенно вытесняют стандартные лампы T-12, имея практически такой же световой поток. Пока данные лампы более дорогие. Помните, что их нельзя ставить в схему питания для лампы T-12 (эти лампы рассчитаны на ток 0.260A, большинство T-12 – 0.430A)

T-10 – неудавшаяся попытка замены T-12.

T-12 – включает в себя большинство стандартных ламп,

Лампы с колбой в виде буквы U, имеют в своем обозначении букву U

Про обозначение компактных ламп (power compact) – ниже.

По мощности лампы делятся на несколько видов:

- Стандартные (T-12 – ток 430A)
- High Output (HO) - с током 0.8A. У них мощность больше, соответсвенно больше и световой поток. Хотя светоотдача при этом меньше, чем у стандартной лампы
- Very High Output (VHO) – с током 1.5A
- "Экономичные" лампы с пониженной мощностью (Philips – Econ-o-Watt, Osram/Sylvania – SuperSaver) – например, лампа стандартного размера 48" и обозначенная F40/SS или F40/EW потребляет 34 ватт вместо 40. Света такая лампа дает около 2800 Лм вместо 3200 Лм.

При этом такие лампы бывают всех диаметров и видов. Надо смотреть, чтобы голова кругом не пошла.

По длине лампы тоже бывают любые. Обозначаются лампы обычно:

F15T12/Color/EW - здесь:

15 - номинальная мощность в ваттах. Реальная может быть другой (обращайте внимание на экономичные лампы). К тому же световой поток от лампы зависит от используемого балласта.

T12 - диаметер трубки

Color - цвет (например CW, WW, 850 и т.д.). Таблица с цветами приведена ниже.

EW (или SS) - для экономичных ламп

HO - для high output ламп

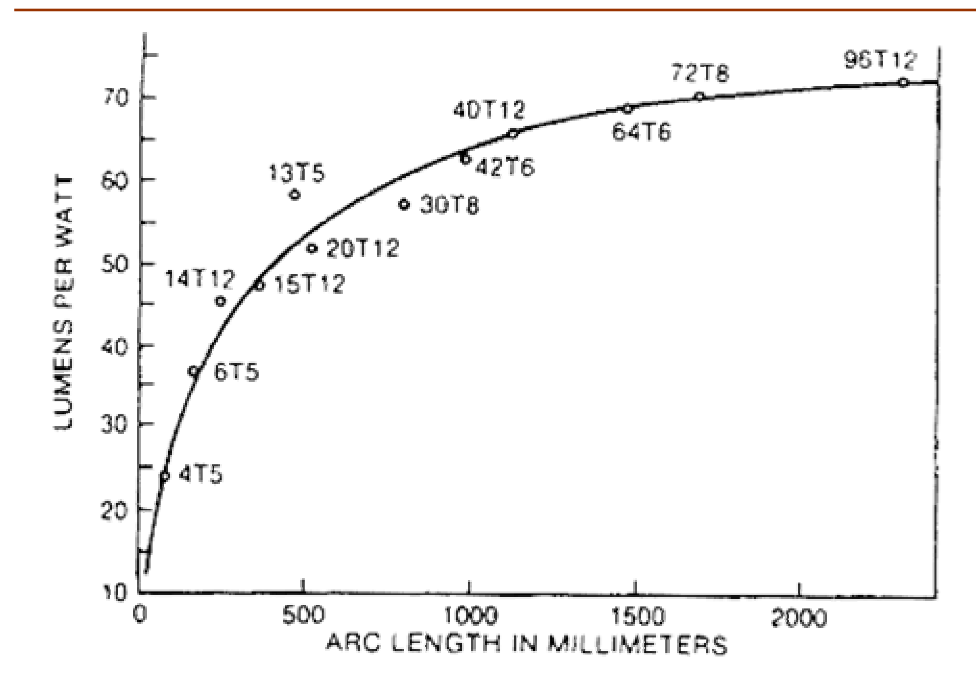
HF - для ламп, которые используются совместно с высокочастотным электронным балластом.

RS добавляется в обозначении для ламп, которые могут быть включены в схему без стартера (rapid start)

Параметры некоторых ламп приведены в таблице. Начальный световой поток измеряется через 100 часов, средний - через 2000 часов. Световой поток имеет свойство ослабевать с течением времени, поэтому лампы лучше заменять чаще.

В таблице приведены только некоторые лампы, для того, чтобы дать понятие об их многообразии.

Мощность (Вт)	Обозначение	Длина (дюймы/мм)	Световой поток (начальный и средний, люмен)
15W, T-8	F15T8/CW	18"/457 mm	870/765
17W, T-8	F17T8/TL730	24"/610 mm	1325/1200
25W, T-8	F25T8/TL730	36"/914 mm	2125/1925
30W, T-8	F30T8/CW	36"/914 mm	2200/2000
32W, T-8	F32T8/730	48"/1219 mm	2800/2550
40W, T-8	F40T8/TL730	60"/1524 mm	3600/3250
86W, T-8, High Output	F96T8/HO/TL830	96"/2438 mm	8200/7625
59W, T-8, Instant Start	F96T8/TL830	96"/2438 mm	5900/5490
14W, T-12	F14T12/CW	15"/381 mm	710/590
15W, T-12	F15T12/CW	18"/457 mm	800/695
20W, T-12	F20T12/CW	24"/610 mm	1200/1050
25W, T-12	F25T12/CW	33"/838 mm	1900/1710
30W, T-12	F30T12/CW	36"/914 mm	2250/1900
34W, T-12, Econ-o-Watt	F40CW/EW	48"/1219 mm	2650/2300
40W, T-12	F40CWX	48"/1219 mm	2200/1800
35W, T-12, High Output	F24T12/CW/HO	24"/610 mm	1650/1390
40W, T-12, High Output	F30T12/CW/HO	30"/762 mm	2290/1900
50W, T-12, High Output	F36T12/CW/HO	36"/914 mm	2800/2450
55W, T-12, High Output	F42T12/CW/HO	42"/1067 mm	3400/2950
60W, T-12, High Output	F48T12/CW/HO	48"/1219 mm	4050/3500
75W, T-12, High Output	F60T12/CW/HO	60"/1524	5150/4500
95W, T-12, High Output	F84T12/CW/HO	84"/2133 mm	7800/6800
110W, T-12 Very High Output	F48T12CW/VHO	48"/1219 mm	7050/4950
160W, T-12, Very High Output	F72T12/CW/VHO	72"/1829 mm	11250/7850
215W, T-12, Very High Output	F96T12/CW/VHO	96"/2438 mm	15200/10700



Световая отдача зависит от длины лампы. Как видно из графика, имеет смысл применять, например, одну лампу 40 Вт вместо двух ламп по 20 Вт.

Какие цвета бывают?

Цвет лампы в обозначении обычно стоит после знака /. Например, F18/43. Цвета обозначаются либо буквенной комбинацией (/CW и т.д.) или цифрами. Цвет задается значением цветовой температуры (CCT). Для стандартных ламп с невысоким коэффициентом светопередачи (CRI) цвет обозначается в виде двух цифр:

Обозначение	CCT	Цвет
/25	4000K	близок к холодному белому (CW).
/29	2900K	близок к тепло-белому цвету - soft white,warm white
/33	4100K	холодный белый (CW)
/35	3500K	белый (W)
/54	6200K	близок к дневному свету (D)
/77		аквариумная лампа
/76		Osram Natura De Lux
Всякие экзотические цвета, которые вряд ли встретятся в обычных лампах		
/15, /60		красный цвет
/16, /62		желтый цвет
/17, /66		зеленый цвет
/18, /67		синий цвет
/79	3800K	лампа используется для подсветки мяса в магазине. Имеет повышенное содержание красного цвета в спектре

/52		медицинская ультрафиолетовая лампа
/89	10000K	актиничный (голубой цвет). Используется в риф-аквариумах
/08		black-light - лампа излучает только часть УФ диапазона (UV-A) и используется для подсветки предметов и в ночных клубах
/10		излучает УФ излучение (UV-A, UV-B). Используется в тех местах, где необходимо УФ излучение, например, полупроводниковом производстве
/05		актиничный (голубой цвет). Используется в риф-аквариумах
/03		супер-актиничный (super-actinic). Используется в риф-аквариумах
/01, /12		медицинские лампы. Излучают ультрафиолетовое излучение

В лампах с улучшенным CRI обозначение ставится в иде трех цифр, где первая обозначает коэффициент светопередачи (CRI):

- 7 - CRI=70+
- 8 - CRI=80+
- 9 - CRI=90+

А вторые две соответсвуют цветовой температуре (CCT), например /840 - CRI=85, CCT=4000K

В таблице приведены далеко не все виды, но по ней можно примерно представлять цвет лампы по ее обозначению. Спектры ламп приведены ниже и в отдельном разделе.

Цвет	Обозначение	Цвет	Относительная светоотдача (для лампы 4') (%)	CCT	CRI
Philips Lighting					
Cool White	CW	Cool	100	4100K	62
Cool White Deluxe	CWX	Cool	72	4100K	89
Daylight	D	Cool daylight	85	6500K	79
Daylight Deluxe	DX	Cool daylight	76	6500K	84
Lite White	LW	Cool	104	4200K	51
Natural	N	Neutral	69	3700K	90
Warm white	WW	Warm	102	3000K	53
SPEC30	SPEC30	Warm	105	3000K	70
SPEC41	SPEC41	Cool	105	4100K	70
Advantage 41	AVD41	Cool	118	4100K	82

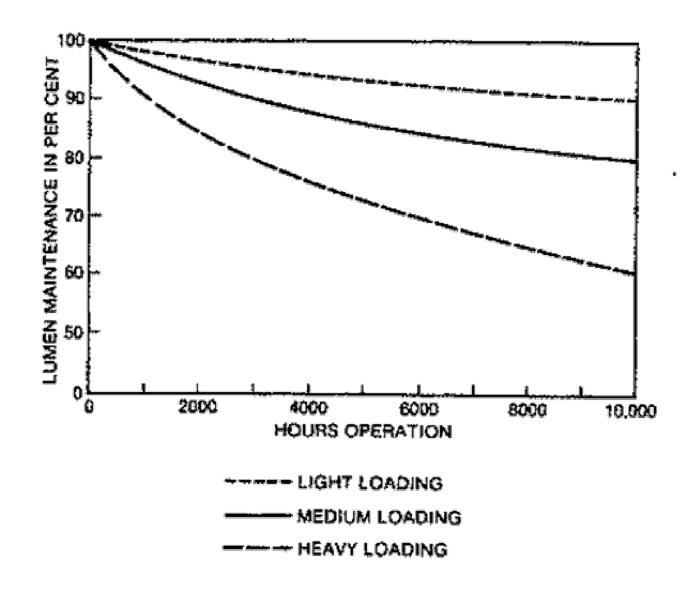
Advantage T8 841	AVD841	Cool	105	4100K	82
Colortone 50	C50	Daylight	72	5000K	92
Colortone 75	C75	Daylight Plus	66	7500K	95
Ultralume, 4100K	41U	Cool	108	4100K	85
TL70,3500K	TL735	Neutral	93	3500K	75
TL70, 5000K	TL750	Daylight	90	5000K	75
TL80,3500K	TL835	Neutral	98	3500K	85
TL80,5000K	TL850	Daylight	97	5000K	84
TL90,3000K	TL930	Warm	66	3000K	95
TL90,5000K	TL850	Daylight	97	5000K	98
Osram/Sylvania					
Soft White	Soft White			2900K	82
Deluxe Warm White	WWX			2950K	74
Designer "800", 3000K	D830			3000K	80
Designer, 3000K	D30, D730			3000K	70
Designer Warm White	DWW			3000K	70
Warm White	WW			3000K	52
Octron "700", 3000K	730			3000K	75
Octron "800", 3000K	830			3000K	82
Octron "800 XP", 3000K	830			3000K	85
White	W			3450K	57
Natural White	N			3600K	86
Designer Cool White	DCW			4100K	76
Deluxe Cool White	CWX			4100K	87
Lite White	LW			4150K	48

Cool White	CW			4200K	62
Design 50	DSGN50			5000K	90
Octron "900", 5000K	950			5000K	90
Daylight	D			6500K	76
Designer "800", 6500K	D865			6500K	80
Daylight Deluxe	DX			6500K	88
Дневной свет	ЛД, ЛДЦ (с улучшенной цветоотдачей, т.е. более высоким CRI, но светоотдача ниже)			6500K	
Холодный белый	ЛХБ			4850K	
Белый цвет	ЛБ			3500K	
Теплый белый	ЛТБ			2700K	

В принципе, чудес на свете не бывает, поэтому:

- Наибольшую цветоотдачу имеет лампа с CCT около 5000K, поскольку при этом соотвествующее абсолютно черное тело имеет наибольшее количество люмен/ватт. Чем выше или ниже CCT, тем светоотдача – ниже. Однако, не надо забывать, что для фотосинтеза, в отличие от глаз, люмены не столь важны. Однако для глаза, в отличие от люксметра, важны не только люмены - из двух ламп с одинаковым количеством люменов лампа с более высокой CCT кажется более яркой.
- Лампа с более высоким CRI имеет более низкую светоотдачу, поскольку спектр ее является более широким.

Как изменяется светоотдача лампы со временем?

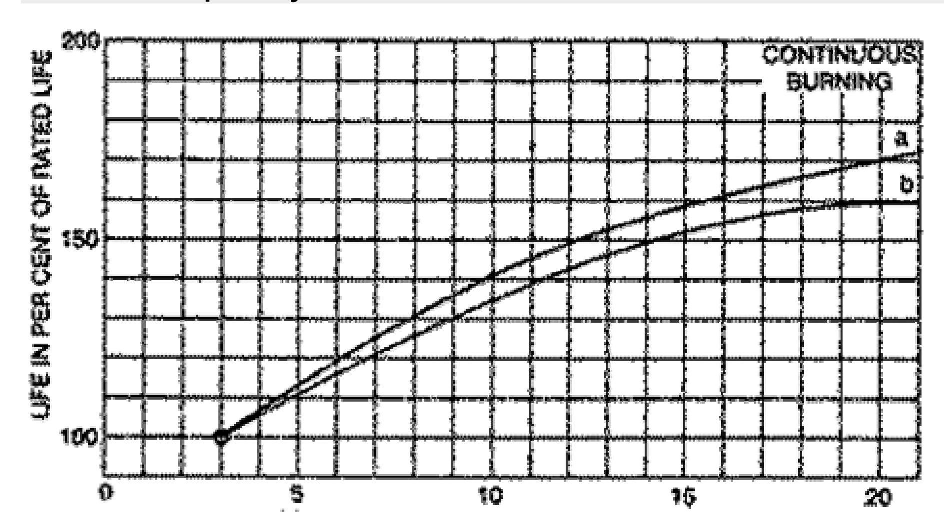


Светоотдача падает, причем заметно, на рисунке приведены средние данные для ламп в зависимости от электрической нагрузки:

- light load - например, стандартная лампа T-12 с током 0.43A или T-8 с током 0.12-0.2A
- medium load - например, T-8 с током 0.3-0.37A, T-12 HO с током 0.8A
- high load - например, T-12 VHO с током 1.5A

Эти данные - только ориентировочные. Реальная светоотдача зависит от температуры, балласта и многих других факторов. Поэтому надо менять лампы хотя бы изредка, не дожидаясь, пока они совсем не перегорят.

Как зависит срок службы от частоты включения лампы?

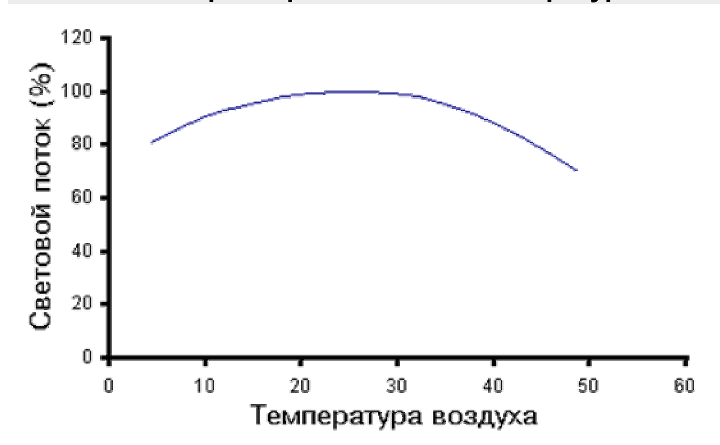


Стандартные данные даются в каталоге для работы лампы в режиме 3 часа включено, 3 часа выключено.

На рисунке приведена средняя продолжительность жизни (и аналогично изменеие светоотдачи в зависимости от частоты включения лампы)

Опять же, время жизни лампы зависит еще и от многих факторов. Однако, если вам нужно, чтобы лампа работала дольше, то избегайте режима частого включения и выключения ее.

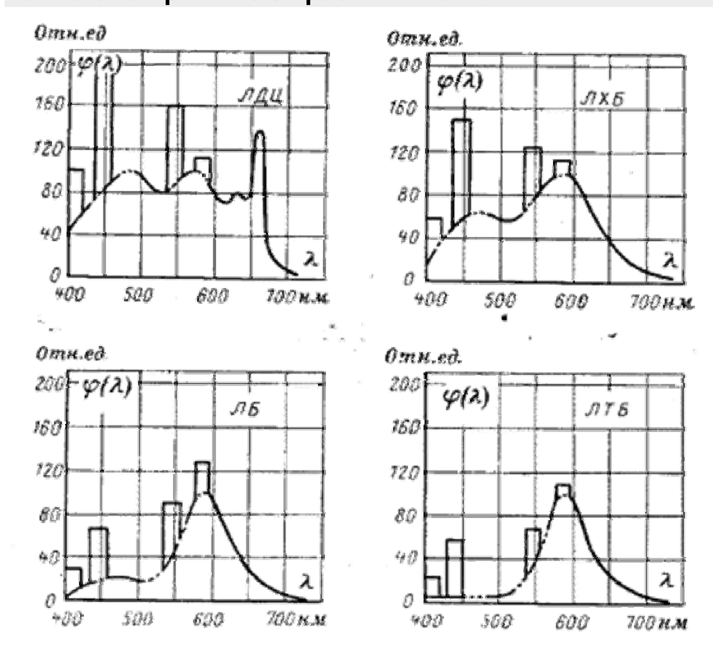
Как зависит параметры лампы от температуры?



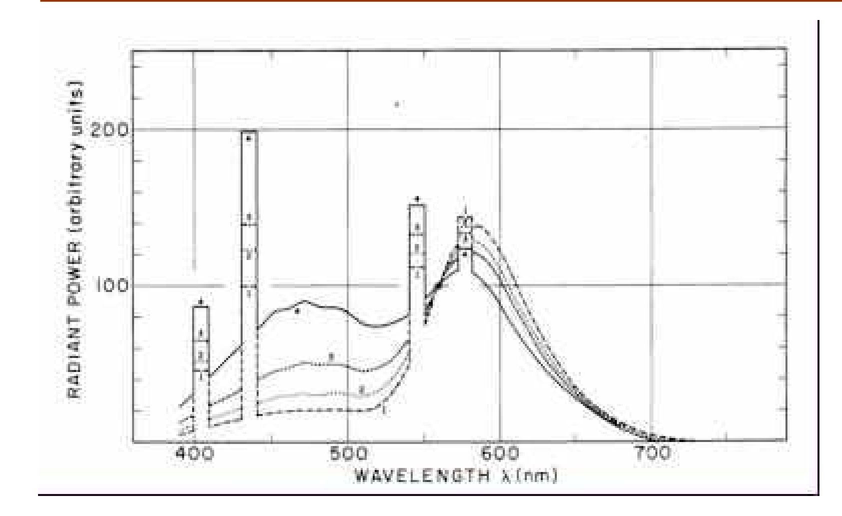
Световой поток, излучаемый лампой очень сильно зависит от температуры окружающего воздуха. Значения потока в люменах, которые указываются в каталогах, измерены при температуре воздуха 25°С. На графике показана типичная кривая для лампы мощностью 40Вт, в воздухе без рефлектора.

Применение различных рефлекторов может резко увеличить температуру окружающего колбу воздуха и уменьшить световой поток на 10-15%. Поэтому используемые светильники должны иметь отверстия для вентиляции для снижения температуры лампы.

Какие спектры имеют различные лампы?

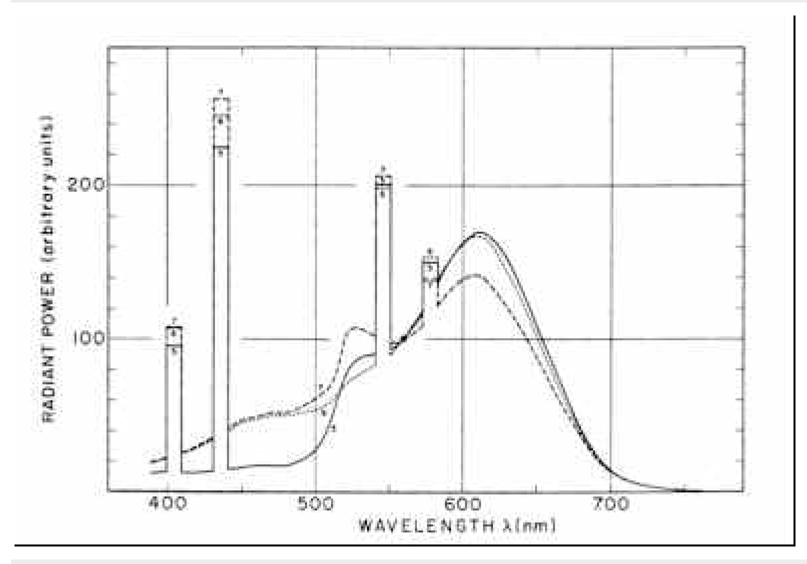


Спектры ламп российского производства приведены на рисунке. Несмотря на их схематичность, они дают представление об отличиях ламп. Все лампы имеют линию ртути в районе 430-450 nm.



Сравнительные спектры ламп приведены на рисунке (все кривые нормированы, чтобы получить одно значение - 100 на длине волны 560 nm)

Кривые на графике (снизу вверх):
1 - стандартная warm white
2 - white
3 - стандартная cool white
4 - daylight



Кривые на графике (снизу вверх):
5 - warm white deluxe
6 - soft white
7 - cool white deluxe

Еще раз - спектры, вообщемто похожи (у всех ламп внутри пары ртути).

Так называемые лампы с "широким спектром" (full-spectrum, wide spectrum) имеют более или менене однородный спектр, в отличие от обычных ламп, имеюших ярко выраженный пик в спектре, т.е. в такой лампе цветопередача более естественна за счет присутсвия большего числа цветов в спектре.

Три-фосфорная или три-хроматическая лампа (triphosphors, trichromatic) - имеют пики в спектре, соответствующие трем основным цветам. За счет этого улучшается цветопередача. Такие лампы имеют специальное редкоземельное галофосфорное покрытие. Советские лампы такого типа имеют букву "Ц" в обозначении подобных ламп.

Как прочитать и сравнить маркировки различных фирм?

В принципе, все фирмы обозначают более или менее одинаково, отличаются только цвета.

Сравнительная таблица соответствия цветов ламп различных производителей

Philips Lighting	General Electric	Osram/Sylvania
SPEC 30 (730) SPEC 35 (735)	SP 30 SP 35	D 30 D 35

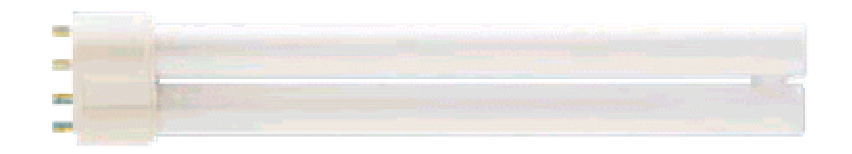
SPEC 41 (741)	SP 41	D 41
27U (27) 30U (830) 35U (835) 41U (841)	SPX 27 SPX 30 SPX 53 SPX 41	27K D 830 D 835 D 841
C50	C50	DSGN50
Agro-Lite	Gro-n-Sho	Gro-Lux

Philips Lighting (Европейские лампы)

Серия ламп	Описание серии
TL	Стандартная серия ламп с диаметром T12 (40 мм), с умеренным CRI 50-70. Лампы бывают различных мощностей - 20, 40, 65W и различных цветов, которые обозначаются двумя буквами - /25, /29, /33, /54
TL-RS	Стандартная серия диаметром T12 (40мм), аналогичная TL, но эти лампы могут использоваться также и в схеме зажигания без стартера. Бывают лампы мощностью 20, 30, 40. 65Вт, цвета - /25, /29, /33, /54
TL-F	Серия ламп диаметром T12 (40мм) с нанесенным отражающее диффузное покрытие, позволяющее более направленно использвать свет. Мощности - 40, 65Вт (эти лапы используются для высоких потолков и поэтому не предусмотрены малые мощности). Цвет - /33
TL-M/RS	Аналогично TL-RS. Если в обозначении добавлена буква F в конце, то лампа имеет внутренний рефлектор. Выпускаются они на различные мощности - 20, 30, 40, 65Вт и различные цвета - /830, /840 (повышенный коэффицент цветопередачи CRI), /29, /33, /54
TL-S	Двухэлектродные лампы диаметром T12 (40 мм), предназначенные для использования в instant start схеме. Поэтому не надо включать их в обычную схему со стартером. Выпускаются они на мощности 20 и 40Вт и различные цвета - /830, /840 (повышенный коэффицент цветопередачи CRI), /29, /33
TL-5	Серия ламп диаметром T5 (16 mm). Отличаются повышенным коэффицентом цветопередачи CRI). Для этих ламп нужные специальные типы балласта, нельзя использовать балласт от обычной лампы диаметром T8 или T12. Мощности - 14, 21, 28 и 35Вт, Цвета - /827, /830, /835, /840, /850 и /865
TL-D	Стандартная серия диаметром T8 (26 мм), с умеренным CRI 50-70. Лампы бывают различных мощностей - 15, 18, 23, 30, 36, 58W и т.д. и различных цветов, которые обозначаются двумя буквами - /25, /29, /33, /35, /54. Эти лампы требуют балласта, предначзначенного для работы с лампами T8, использование балласта от T12 лампы приведет к выходы их из строя.
TL-D/80, TL-D/90	аналогично TL-D, но с улучшенным значением CRI. Поэтому их цвета обозначаются /830 (/930), /840 (/940) и т.д.

Компактные люминесцентные лампы (power compact)

Компактные лампы начинают потихоньку применятся все больше и больше, особенно для замены ламп накаливания - лампы со встроенным балластом, например лампа 18Вт, эквивалентна 75Вт лампе накаливания.

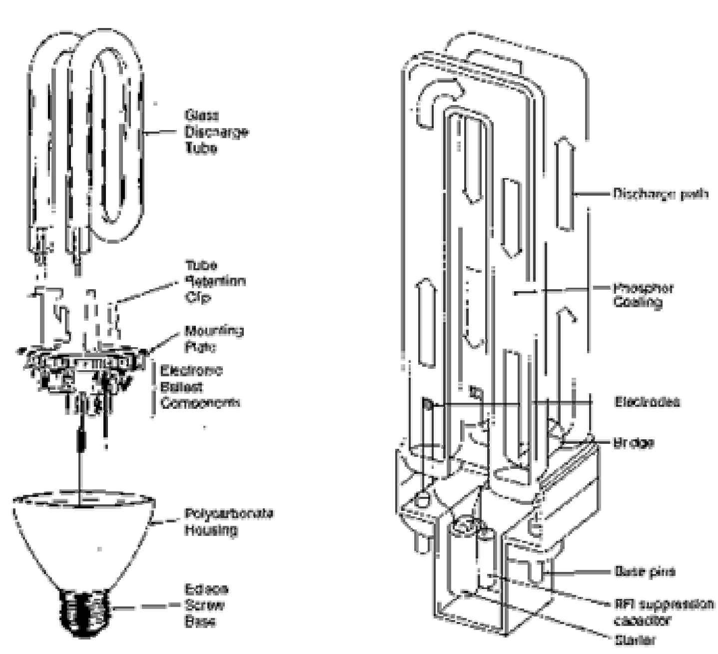


Компактная лампа представляет собой сложенную в два раза трубку (в зависимости от типа встречаются лампы с двумя или тремя такими изогнутыми трубками). Каждая трубка диаметром T4 или T5. Электроды - их два или четыре (в обозначении иногда ставиться 2P - 2 pins или 4P - 4 pins) находятся с одной стороны. Для них нужен специальный патрон (кроме ламп со встроенным балластом) - который ставиться в обозначении лампы - например, 2G11 (для ламп серии L), GX24d-1 и т.д.

Такие лампы, как и остальные лампы T5, имеют высокую эффективность (светоотдача составляет 80-100 Lm/W), хороший коэффициент цветопередачи (CRI) и долгий срок службы.



Здесь изображены различные компактные лампы со встроенным балластом, Многие их них имеют цоколь, который вворачивается в обычный патрон для электролампы. К сожалению, такие компактные лампы обычно имеют небольшую мощность, поскольку предназначены для замены электроламп. Правда, недавно появились такие лампы мощностью около 40Вт, для замены 200Вт электролампы.



На рисунке показана конструкция компактных ламп. Слева - лампа, имеющая встроенный электронный

балласт, справа - лампа со встроенным стартером и требующая специального балласта.

Некоторые лампы приведены в таблице. Не имеет смысла использовать лампы маленьких мощностей, поскольку они неэффективны (подробнее написано здесь). Лампы с тремя или четырьмя трубками неэффективны при использовании рефлектора - большая часть отраженного света попадает обратно на трубки. (подробней здесь)

Philips Lighting	Osram/Sylvania	GE	Примечание
PL	Dulux S (Lumilux S)	Biax	Лампы небольшой мощности и включаются через адаптер в обычный патрон для лампы накаливания. Имеют встроенный стартер.
PL-C	Dulux D (Lumilux D)	Double Biax	Две изогнутые трубки. Лампы бывают мощностью - 9 (525 Lm), 13 (780 Lm), 18 (1250 Lm), 26 Вт (1800 Lm). Цвет обозначается аналогично обычным люминесцентным лампам /830, /840, /850 и т.д. Подробней об этом написано выше Коэффициент цветопередачи (CRI) - 82 Срок службы - 10000 часов. Лампы имеют два штырька - в случае встроенного стартера (такая лампа может работать от обычного электромагнитного балласта) Четырехштырьковые лампы работают от электронного или rapid start балласта. Такие лампы имеют /4P в обозначении,
PL-E			Эти лампы имеют встроенный балласт. Цветовая температура - 2700, 5000 (в обозначении стоит DL), 6500 (CDL) • PL E-T - три изогнутые трубки. Выпускаются трех мощностей - 15W, 20W, 23W. • PL E-C - четыре трубки - 5W, 9W, 11W, 15W, 20W • PL E-D - лампы имеют большую матовую колбу снаружи - 15W, 20W, 23W
PL-T	Dulux T (Lumilux T)	Triple Biax	Три изогнутые трубки, иногда под углом 120 градусов. Аналогично PL-C. Некоторые модели ламп имеют встроенный стартер.
SL-18 Earth Light	Dulux EL	Compax	Три изогнутые трубки, лампы имеют встроенный балласт и вкручиваются в патрон для лампы накаливания. Некоторые имеют внешнюю колбу в виде шара и т.д. - напоминают обычные лампы накаливания Они бывают мощностью 5, 7, 9, 13, 15, 20 Вт (разные фирмы делают лампы разных мощностей) и имеют светоотдачу 50-70 Lm/W. Цветовая температура (CCT) 2700K или же 3000K (warm white) - поскольку они предназначены для замены ламп накаливания. Коэффициент цветопередачи (CRI) - 82. Срок службы 10000 и более тысяч часов.
PL-L	Dulux L (Lumilux L)		Лампы с трубками диаметром T5 и высокой светоотдачей. Они бывают следующих мощностей (разные фирмы изготовляют лампы различных мощностей - например Philips Lighting делает лампы

			мощностью 50Вт): 18 Вт - 1250 Lm - Длина лампы 27 см (примерно) 24 Вт - 1800 Lm - 33 см 36 Вт - 2900 Lm - 42 см 40 Вт - 3150 Lm - 57 см 55 Вт - 4800 Lm - 54 см Мощные лампы можно использовать только с электронным высокочастотным балластом. На них обычно имеется обозначение HF. Цвет обозначается аналогично обычным люминесцентным лампам /830, /840, /850, /940 и т.д. Подробней об этом написано выше Коэффициент цветопередачи (CRI) - 82 или 95 Срок службы - 12-20тыс часов. Эти лампы лучше всего подходят для использования в аквариуме по всем своим параметрам.
	Dulux F (Lumilux F)		Аналогично L лампам, но имеет две изогнутые трубки

Основными их достоинствами компактных люминесцентных ламп являются:

- Компактность. Например, аналогичная по мощности лампа T12 - 55Вт (4500 Лм) имеет длину 72" (1.8 метра) . А небольшой диаметр позволяет эффективно использовать рефлектор, поскольку лампы имеют более высокую яркость.
- Высокая светоотдача.
- Долгий срок срок службы, в течении которого световой поток падает незначитильно, в отличие от ламп высокой мощности, которые по светоотдаче не превышают компактные (они имеют просто большую мощность), а световой поток падает достаточно быстро6 как показано на графике выше
- Возможность использовать с электронными балластами, которые допускают регулирование света (dimming)

Все время выспукаются новые, более совершенные типы ламп. Например, существуют лампы (L серии) с высокми цветовыми температурами (CCT) - 5400K, 6700K, 10000K, повышенных мощностей - 96Вт и т.д.

Компактные лампы, даже со встроенным стартером, рассчитаны на специальный тип балласта. Обычно такие лампы работают при токе 100-200mA, в зависимости от мощности.

Источник информации: http://ukrop.info

Энергосберегающая бытовая техника и источники света

В настоящее время почти вся Европейская бытовая техника имеет специальную Евронаклейку с обозначением класса энергосбережения от A до G. К классу A относятся наиболее-, а к классу G наименее экономичные приборы. Там же указывается годовое потребление электроэнергии в кВт·часах. Каждому классу энергосбережения соответствует определенный уровень энергопотребления.

Например, **стиральные машины** (по данным Самсунг):

При загрузке 1 кг хлопкового белья и температуре 95 градусов С:

- при классе "A" расходуется 0,19 кВт энергии,
- при "B" - от 0,19 до 0,23 кВт,
- при "C" - от 0,23 до 0,27 кВт.

При загрузке 5 кг эти показатели соответственно увеличиваются и составляют:

- для класса "A" – до 0,95 кВт·час,
- для "B" - от 0,95 до 1,15 кВт·час,
- для "C" - от 1,15 до 1,35 кВт·час.

Холодильники:

- Класс энергопотребления "B" - Расход: 1.26 кВт·ч в сутки.
- **Класс энергопотребления "C" - Расход: 1.45 кВт·ч в сутки.**

Классификация источников света по энергетической эффективности

В январе 1998 года Европейский Союз издал Директиву Комиссии о маркировке эффективности бытовых ламп (98/11/EC), которая вступила в силу 1 июля 1999 года.

Директива требует, чтобы все бытовые лампы, непосредственно питающиеся от сети, имели на упаковке маркировку, показывающую класс эффективности (лм/Вт). Лампы со световым потоком больше 6500 лм освобождены от требования маркировки. Зеркальные лампы и лампы мощностью меньше 4 Вт также исключены.

Схема классификации разделяет лампы на 7 классов, от A до G, при этом класс A имеет наивысшую эффективность.

Согласно этой схеме лампы квалифицируются следующим образом:

A.	Лампы с трех полосным люминофором, как линейные, так и штырьковые компактные люминесцентные. Интегральные компактные люминесцентные с электронным балластом
B.	Галофосфатные линейные люминесцентные лампы. Некоторые типы штырьковых компактных люминесцентных.
C.	Высокоэффективные галогенные лампы
D.	Прочие галогенные лампы
E / F.	Стандартные лампы накаливания
G.	Декоративные лампы накаливания и прочие

«Явно полезные электронные обучающие материалы Вам в помощь»

Электронный сборник статей «Секреты электрика. Монтаж электропроводки» - http://electrolibrary.info/montag.htm

В этом насыщенном полезной информацией и различными советами сборнике статей Вы найдете множество всяческих секретов и практических приемов профессионалов-электромонтажников. Во многом эксклюзивная и очень востребованная многими информация!

Очень простенький урок по работе с программой DIALux – http://electrolibrary.info/dialux.htm

Этот урок позволит Вам буквально уже через 5 минут начать эффективно работать с этой замечательной светотехнической программой. Если Вы хотите научиться самостоятельно заниматься планированием освещения и без особого труда и даже с определенным удовольствием получать нужный результат, то этот урок по работе в программе DIALux для Вас!

Светотехнический блог с целой кучей практических заметок и статей – http://electrolibrary.info/blog/

На блоге Вы найдете массу различной информации о современном электрическом освещении. Естественно, что под любой понравившейся Вам заметкой можно оставить свой комментарий, высказать свой взгляд на проблему, поспорить. Этим блог и интересен. Я стараюсь максимально часто публиковать на нем свежие материалы. Это один из самых любимых мной проектов! Обязательно заходите, не пожалеете!

Коллекция статей, электронных книг по истории электротехники – http://electrolibrary.info/history/

А по-настоящему начиналось все только 150 лет назад. Героический период в истории электротехники, первые открытия, изобретения, которые изменили мир, интереснейшие факты. Хронология открытий и изобретений в электротехнике.

Разработка экономичных источников света с большим ресурсом работы на основе индукционных разрядов трансформаторного типа, с целью создания эффективных систем наружного и внутреннего освещения

И. М. Уланов, *Институт теплофизики СО РАН (ИТ СО РАН),* ***В. С. Медведко, С. А. Сидоренко,*** *Новосибирский электровакуумный завод (ХК ОАО "НЭВЗ-СОЮЗ")*

Большие возможности по энергосбережению за счет экономии электрической энергии лежат в усовершенствовании наружного, бытового и производственного освещения, ибо в этой области затрачивается до 20% всей производимой в мире электроэнергии. Любые усовершенствования источников света, пускорегулирующей аппаратуры (ПРА), конструкции светильников, повышение коэффициента использования светового потока осветительной установки приводят к значительному экономическому эффекту.

Особые сложности возникают с освещением крупных объектов и созданием мощных излучательных установок для фотохимических технологий. Это, как правило, связано с низким ресурсом работы мощных ламп, поскольку все выпускаемые промышленностью газоразрядные излучатели имеют электроды, которые интенсивно разрушаются при высоких плотностях тока. Так, срок службы мощных газоразрядных ламп не превышает 1000 ч., при этом до 40 % подводимой мощности теряется в электродах. Одним из наиболее эффективных путей решения проблемы увеличения ресурса работы и эффективности газоразрядных источников света является переход к принципиально новым, безэлектродным технологиям генерации газового разряда, позволяющих значительно (в 10 раз и более) увеличить срок службы газоразрядных ламп. В этом случае, за счет отсутствия приэлектродных потерь, также увеличивается эффективность газоразрядных источников света.

В институте Теплофизики СО РАН на основе исследований низкочастотных (10 кГц) индукционных разрядов "трансформаторного типа" были разработаны и созданы экспериментальные образцы индукционных безэлектродных газоразрядных ламп различной мощности - от 100 Вт до 100 кВт, выполнены экспериментальные исследования характеристик данных источников света.

Принцип работы данных ламп аналогичен принципу работы трансформатора. Газовый разряд представляет замкнутый тороидальный плазменный виток, охватывающий магнитопровод. Также на магнитопроводе изготовлена система первичных обмоток, на которые подается переменное напряжение от источника питания. Фактически, газовый разряд выполняет роль вторичной обмотки трансформатора (рис. 1).

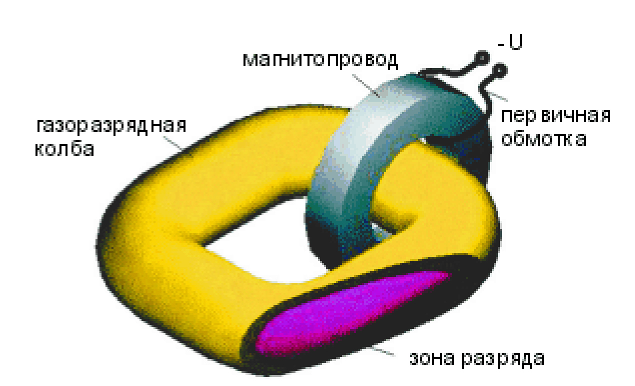


Рис. 1. Принцип генерации индукционного разряда трансформаторного типа.

Отсутствие изнашивающихся узлов (электродов) позволяет снять ограничение на вкладываемую в лампу мощность и значительно увеличить срок службы газоразрядной лампы. Так, мощность экспериментального образца (рис. 2) достигает 100 кВт, а срок службы разрабатываемых ламп (определяемый только старением материала стенок колбы) превышает 30.000 часов.

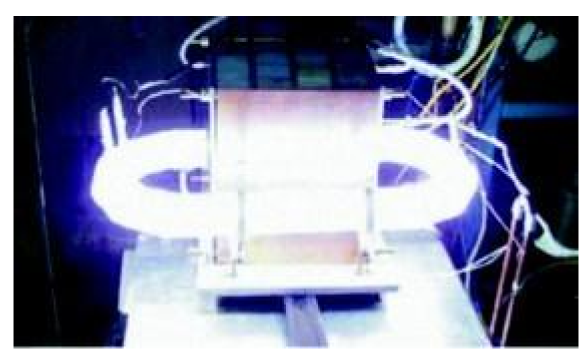


Рис. 2. Мощный (до 100 кВт) индукционный источник света.

Для сравнения: наиболее мощной из выпускаемых промышленностью ламп является ксеноновая лампа ДКсТВ50000 мощностью ~50 кВт и сроком службы ~600 ч. (применяется в фотохимической промышленности). На рис. 3 представлена индукционная лампа с ртутно-аргоновым наполнением. Мощность данной лампы составляет 200-400 Ватт, срок службы более 50.000 часов, что в 10 раз превышает срок службы дуговых ртутных ламп аналогичной мощности.



Рис. 3. Индукционный источник света с ртутно-аргоновым наполнением, мощностью 200-400 Вт.

На рис. 4 представлен экспериментальный образец индукционной лампы с неоновым наполнением, мощностью до 500 Вт.

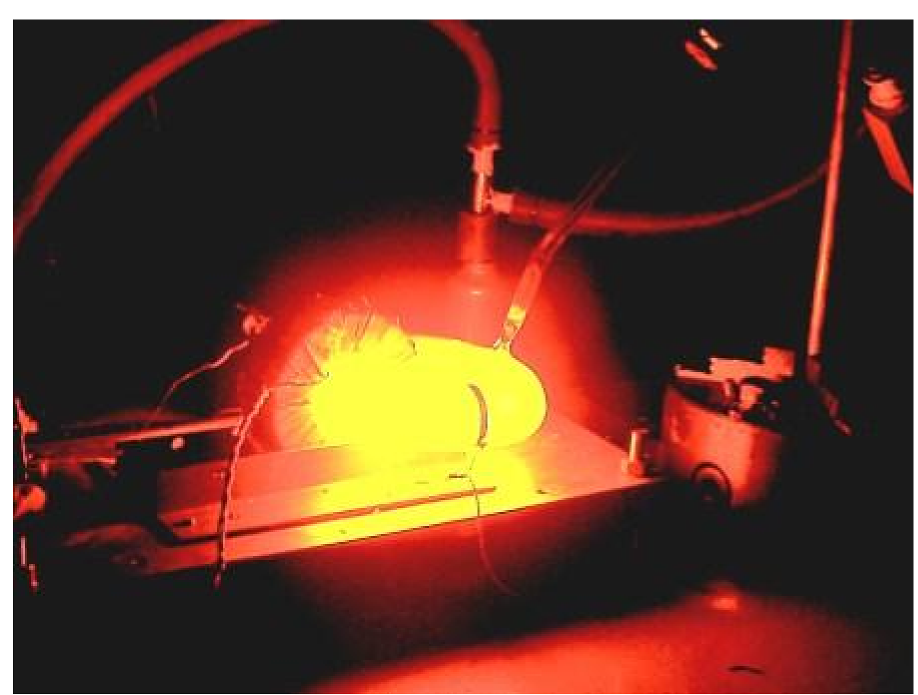


Рис. 4. Индукционный источник света с неоновым наполнением, Мощностью до 500 Вт.

В настоящее время в ИТ СО РАН, совместно с Новосибирским электровакуумным заводом, ведутся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, нацеленные на разработку индукционных ламп различных типов: люминисцентные лампы мощностью 100-200 Вт, натриевые лампы низкого давления мощностью 200-400 Вт, неоновые и ксеноновые газоразрядные лампы различной мощности, металлогалогенные лампы, лампы с парами металлов (цинк, кадмий). При этом особое внимание уделяется проблеме экологической безопасности разрабатываемых ламп - проблеме создания эффективных безртутных источников света. Так, разрабатываемые индукционные натриевые лампы низкого давления со световой отдачей 100-150 Лм/Вт в 2-3 раза эффективней "традиционных" ртутных ламп ДРЛ (светоотдача ~50 Лм/Вт), при этом срок службы, благодаря безэлектродному принципу генерации разряда, увеличивается на порядок.

Разрабатываемые индукционные газоразрядные источники света могут найти широкое применение в коммунальном хозяйстве и различных отраслях промышленности: освещение улиц и площадей городов, железнодорожных станций, буровых вышек, карьеров, применение в фотохимической промышленности, для обеззараживания воды и продуктов УФ излучением и т. д.

Таким образом, сфера применения индукционных источников света очень широка. Фактически, данные источники света могут быть с успехом использованы в любой отрасли промышленности и коммунального хозяйства, применяющей газоразрядные источники света.

Применение разрабатываемых индукционных ламп трансформаторного типа в коммунальном хозяйстве, благодаря большому сроку службы и высокой эффективности данных ламп, позволит существенным образом сократить расходы на освещение, замену и утилизацию отработанных ламп.

Пример:
Лампы ДРЛ-400, мощностью 400 ватт, применяемые в настоящее время для уличного освещения, имеют световой поток ~ 20000 люмен, срок эксплуатации ~1 года. Стоимость одной лампы ДРЛ-400 составляет ~150 руб., стоимость пускорегулирующей аппаратуры для лампы ДРЛ-400 составляет ~500 руб. Мощность натриевой индукционной лампы низкого давления с аналогичным световым потоком составит не более 200 ватт, срок эксплуатации ~7 лет. Стоимость одной индукционной натриевой лампы с ПРА составит не более 2000 руб. За один год эксплуатации одна натриевая индукционная лампа сэкономит электрической энергии на сумму ~700 руб. Таким образом, уже через три года эксплуатации натриевые индукционные лампы полностью окупятся за счет сэкономленной электроэнергии, а за весь срок эксплуатации экономический эффект (в пересчете на 1 светильник) составит ~4000 руб.

В г. Новосибирске для уличного освещения применяется ~30 тысяч светильников с лампами ДРЛ. Полная замена данных светильников на светильники с индукционными натриевыми лампами позволит сэкономить в течении 7 лет ~120 миллионов рублей.

Учитывая большой энергосберегающий эффект от применения разрабатываемых индукционных ламп трансформаторного типа, ученые института Теплофизики СО РАН совместно с конструкторскими подразделениями холдинговой компании ОАО "НЭВЗ-СОЮЗ" и ряда других предприятий города приступили к исследованиям, нацеленным на создание индукционных источников света промышленного назначения.

Проведен ряд консультаций с ведущими специалистами нашей страны в области светотехники и освещения. Все участники консультаций отмечают уникальные возможности полученного способа излучения света, возможности получения целой гаммы светильников и ламп различного назначения.

Сегодня практически невозможно найти лампу (кроме лампы накаливания), в которой технологии ключевых элементов конструкции были бы освоены в России. В нашем случае открываются очень большие перспективы по созданию и развитию собственного производства совершенно нового источника света.

Совместно с разработкой индукционных ламп трансформаторного типа будут разработаны современные светильники с электронной пуско-регулирующей аппаратурой, которые также позволят увеличить эффективность осветительных устройств для уличного освещения. Следует отметить, что светильники, применяемые для уличного освещения городов РФ, безнадежно устарели. В них теряется до 30% светового потока, создаваемого газоразрядными лампами.

В заключении следует отметить, что решение задачи, связанной с усовершенствованием осветительных устройств для наружного и внутреннего освещения зданий и сооружений будет способствовать значительной экономии электроэнергии в каждом городе и поселке Российской Федерации.

Полезные схемы

Устройство отключения электропотребителей

Вашему вниманию предлагается устройство автоматического отключения линий электропотребителей . Устройство состоит из: контактора ESB, автомата защиты - расположенных в распределительном электрощите (допустим квартиры) и выключателя находящегося в районе выхода из квартиры.

Выходя из квартиры нажимая на выключатель мы таким образом снимаем напряжение с обмотки контактора, а он , в свою очередь, отключает линии (В) электропотребителей. Вы уже не будете беспокоиться о не выключенных из электросети: утюга, телевизора или оставленного включённым электроосвещения. Линии (А)- остаются включёнными, по им осуществляется подача электоэнергии на бесперебойно работающее электрооборудование (холодильник, злектрические тёплые полы, и т.п). Выполненные по такой схеме устройства хорошо зарекомендовали себя в работе на протяжении нескольких лет. Данное устойство можно применять в электрических сетях однофазного и трёхфазного переменного тока.

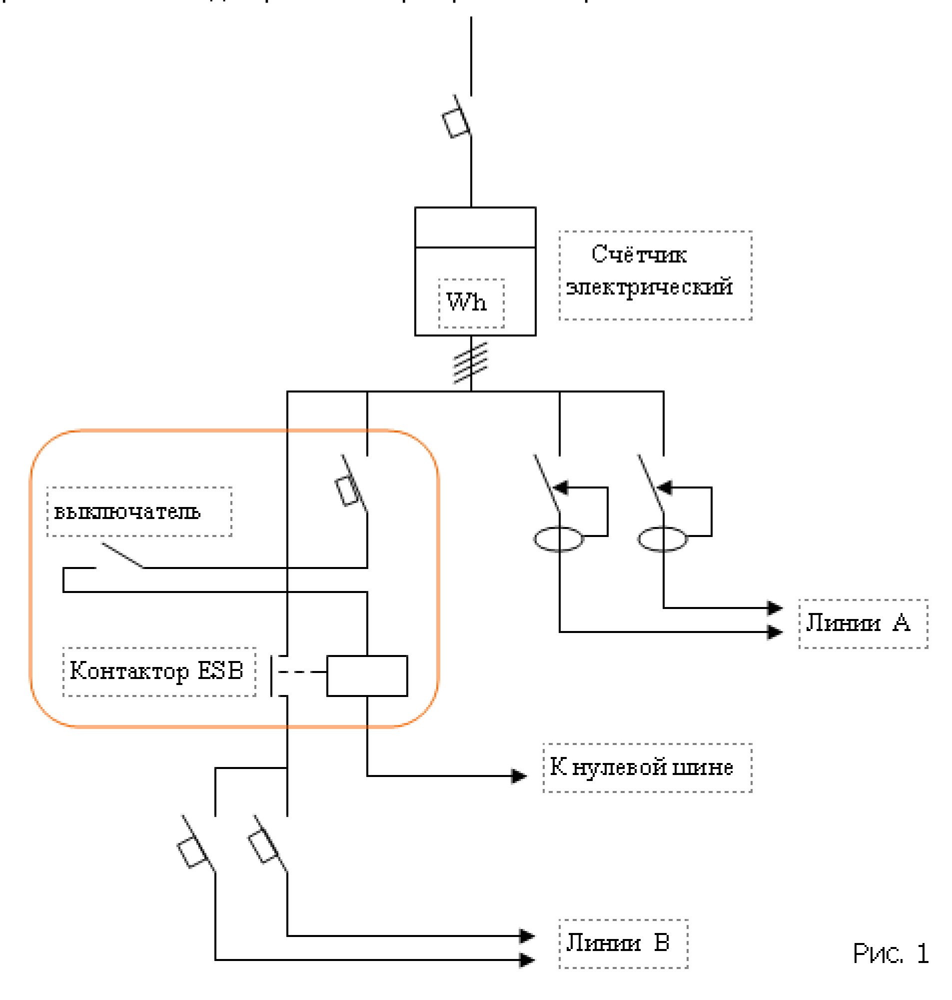


Рис. 1

Электроотопление

В девяностых годах прошлого века с началом бума загородного строительства сразу же стал вопрос отопления жилых строений в межсезонный период.

Чтобы ваши строения служили вам дольше необходимо поддерживать в них определённый температурный режим. Как указывается во многих публикациях о строительстве – в межсезонный период необходимо поддерживать температуру в помещениях около +5 градусов. Мы рассмотрим несколько простых способов

электроотопления загородных домов с использованием электрических конвекторов. Из большого ассортимента предлагаемых нам фирмами производителями конвекторов мы выберем электрические конвекторы двух видов: без терморегулятора и с терморегулятором. Допустим, ваш дом состоит из трёх помещений. Конвекторы, как обычно, установлены под окнами. Исходя из опыта производимых работ электроснабжение конвекторов мы устраиваем отдельными линиями, идущими от каждого конвектора в щит учёта электрической энергии.

Вы устанавливаете воздушный термостат в одном из помещений и в зависимости от заданной вами на термостате температуры, он будет управлять включением контактора, через контакты которого будет осуществляться подача напряжения переменного тока на конвекторы. Таким образом будет поддерживаться температура в помещении заданная на термостате.

Тогда мы добавляем в электрическую схему электроотопления реле времени или электронный таймер как минимум с недельным циклом включений и резервным источником питания (при пропадании электрической энергии заданные циклы работы не сбиваются) Далее мы программируем таймер на режим понедельник – пятница : контакты управления - разомкнуты и режим суббота – воскресенье: контакты управления – замкнуты. Затем вы устанавливаете терморегуляторами конвекторов температуру помещений +20 – 25 градусов. В этом случае путем замыкания и размыкания контактов управления таймера вы осуществите режим электроотопления помещений: понедельник – пятница - заданная температура воздушного термостата, суббота – воскресенье – заданная температура терморегуляторов конвекторов. Если учёт электрической энергии у вас двух тарифный вы можете запрограммировать таймер на включение электрообогрева в ночном тарифе.

Тогда Вы можете установить второй воздушный термостат и осуществить функцию электроотопления указанную в Примере 2 или добавить в электрическую схему выключатель. Это даст возможность отключать функции воздушного термостата и таймера.

Всё выше сказанное поясняет схема, изображённая на Рисунке.

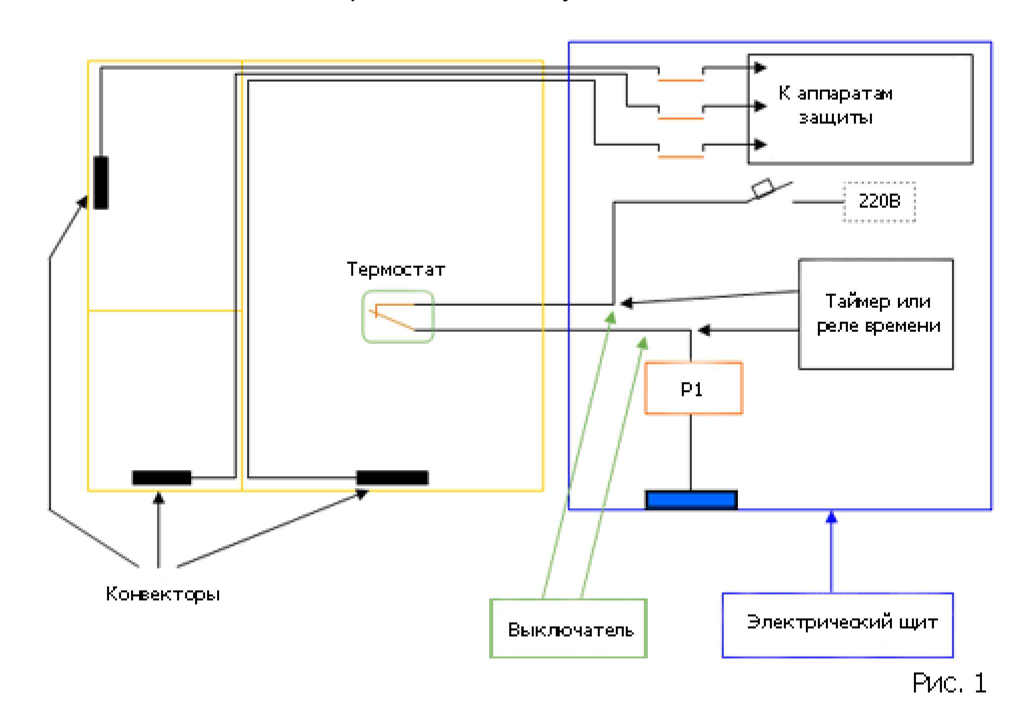


Рис. 1

Источник информации: http://eksstroy.com/

Основные тенденции развития встроенных систем управления двигателями и требования к микроконтроллерам

Современный электропривод представляет собой конструктивное единство электромеханического преобразователя энергии (двигателя), силового преобразователя и устройства управления. Он обеспечивает преобразование электрической энергии в механическую в соответствии с алгоритмом работы технологической установки. Сфера применения электрического привода в промышленности, на транспорте и в быту постоянно расширяется. В настоящее время уже более 60% всей вырабатываемой в мире электрической энергии потребляется электрическими двигателями. Следовательно, эффективность энергосберегающих технологий в значительной мере определяется эффективностью электропривода. Разработка высокопроизводительных, компактных и экономичных систем привода является приоритетным направлением развития современной техники.

Последнее десятилетие уходящего века ознаменовалось значительными успехами силовой электроники — было освоено промышленное производство биполярных транзисторов с изолированным затвором (IGBT), силовых модулей на их основе (стойки и целые инверторы), а также силовых интеллектуальных модулей (IPM) с встроенными средствами защиты ключей и интерфейсами для непосредственного подключения к микропроцессорным системам управления. Рост степени интеграции в микропроцессорной технике и переход от микропроцессоров к микроконтроллерам с встроенным набором специализированных периферийных устройств, сделали необратимой тенденцию массовой замены аналоговых систем управления приводами на системы прямого цифрового управления

Под прямым цифровым управлением понимается не только непосредственное управление от микроконтроллера каждым ключем силового преобразователя (инвертора и управляемого выпрямителя, если он есть), но и обеспечение возможности прямого ввода в микроконт-роллер сигналов различных обратных связей (независимо от типа сигнала: дискретный, аналоговый или импульсный) с последующей программно-аппаратной обработкой внутри микроконтроллера. Таким образом, система прямого цифрового управления ориентирована на отказ от значительного числа дополнительных интерфейсных плат и создание одноплатных контроллеров управления приводами. В пределе встроенная система управления проектируется как однокристальная и вместе с силовым преобразователем и исполнительным двигателем конструктивно интегрируется в одно целое — мехатронный модуль движения.

Основные тенденции

Анализ продукции ведущих мировых производителей систем привода и материалов опубликованных научных исследований в этой области позволяет отметить следующие ярко выраженные тенденции развития электропривода:

- Неуклонно снижается доля систем привода с двигателями постоянного тока и увеличивается доля систем привода с двигателями переменного тока. Это связано с низкой надежностью механического коллектора и более высокой стоимостью коллекторных двигателей постоянного тока по сравнению с двигателями переменного тока. По прогнозам специалистов в начале следующего века доля приводов постоянного тока сократится до 10% от общего числа приводов.
- Преимущественное применение в настоящее время имеют привода с короткозамкнутыми асинхронными двигателями. Большинство таких приводов (около 80%) — нерегулируемые. В связи с резким удешевлением статических **преобразователей частоты** доля частотно-регулируемых асинхронных электроприводов быстро увеличивается.
- Естественной альтернативой коллекторным приводам постоянного тока являются привода с вентильными, т. е. электронно-коммутируемыми двигателями. В качестве исполнительных бесколлекторных двигателей постоянного тока (БДПТ) преимущественное применение получили синхронные двигатели с возбуждением от постоянных магнитов или с электромагнитным возбуждением (для больших мощностей). Этот тип привода наиболее перспективен для станкостроения и робототехники, однако, является самым дорогостоящим. Некоторого снижения стоимости можно добиться при использовании синхронного реактивного двигателя в качестве исполнительного.

- Приводом следующего века по прогнозам большинства специалистов станет привод на основе вентильно-индукторного двигателя (ВИД). Двигатели этого типа просты в изготовлении, технологичны и дешевы. Они имеют пассивный ферромагнитный ротор без каких-либо обмоток или магнитов. Вместе с тем, высокие потребительские свойства привода могут быть обеспечены только при применении мощной микропроцессорной системы управления в сочетании с современной силовой электроникой. Усилия многих разработчиков в мире сконцентрированы в этой области. Для типовых применений перспективны индукторные двигатели с самовозбуждением, а для тяговых приводов — индукторные двигатели с независимым возбуждением со стороны статора. В последнем случае появляется возможность двухзонного регулирования скорости по аналогии с обычными приводами постоянного тока.
- Для большинства массовых применений приводов (насосы, вентиляторы, конвейеры, компрессоры и т.д.) требуется относительно небольшой диапазон регулирования скорости (до 1:10, 1:20) и относительно низкое быстродействие. При этом целесообразно использовать классические структуры скалярного управления. Переход к широкодиапазонным (до 1:10000), быстродействующим приводам станков, роботов и транспортных средств, требует применения более сложных структур векторного управления. Доля таких приводов составляет сейчас около 5% от общего числа и постоянно растет.
- В последнее время на базе систем векторного управления разработан ряд приводов с прямым цифровым управлением моментом. Отличительной особенностью этих решений является предельно высокое быстродействие контуров тока, реализованных, как правило, на базе цифровых релейных регуляторов или регуляторов, работающих на принципах нечеткой логики (фаззи-логики). Системы прямого цифрового управления моментом ориентированы в первую очередь на транспорт, на использование в кранах, лифтах, робототехнике.
- Усложнение структур управления приводами потребовало резкого увеличения производительности центрального процессора и перехода к специализированным процессорам с объектно-ориентированной системой команд, адаптированной к решению задач цифрового регулирования в реальном времени. Ряд фирм (Intel, Texas Instruments, Analog Devices и др.) выпустили на рынок новые микроконтроллеры для управления двигателями (из серии Motor Control) на базе процессоров для обработки сигналов — DSP-микроконтроллеры. Они не только обеспечивают требуемую производительность центрального процессора (более 20 млн.оп./сек.), но и содержат ряд встроенных периферийных устройств, предназначенных для оптимального сопряжения контроллера с инверторами и датчиками обратных связей. Среди встроенной периферии особое место занимают универсальные генераторы периодических сигналов, обеспечивающие самые современные алгоритмы управления инверторами, в частности, алгоритмы векторной широтно-импульсной модуляции.
- Рост вычислительных возможностей встроенных систем управления приводами сопровождается расширением их функций. Кроме прямого цифрового управления силовым преобразователем реализуются дополнительные функции поддержки интерфейса с пользователем (через пульт оперативного управления), а также управления технологическим процессом.
- Перспективные системы управления электроприводами разрабатываются с ориентацией на комплексную автоматизацию технологических процессов и согласованную работу нескольких приводов в составе промышленной сети. Управление сетью берет на себя промконтроллер или управляющая ЭВМ. Наиболее перспективные типы интерфейсов: RS-485 и CAN. CAN-интерфейс постепенно становится стандартом для распределенных систем управления на электрическом транспорте, в автомобильной технике и робототехнике.
- Стремление предельно удешевить привод, особенно для массовых применений в бытовой технике (пылесосы, стиральные машины, холодильники, кондиционеры и т.д.), привело к отказу от датчиков механических переменных и переходу к системам бездатчикового управления, где для оценки механических координат привода (положения, скорости, ускорения) используются специальные цифровые наблюдатели. Это возможно только при высокой производительности центрального процессора, когда система дифференциальных уравнений, описывающих поведение привода, может быть решена в реальном времени.
- Основные затраты при разработке систем управления приводами приходятся не на создание аппаратной части контроллера, а на разработку алгоритмического и программного обеспечения. Поэтому роль специалистов в области теории электропривода существенно возрастает.

Источник информации: http://www.domain.com/

Частотно-регулируемые электроприводы

Регулируемый асинхронный электропривод или частотно-регулируемый привод состоит из асинхронного электродвигателя и инвертора (преобразователя частоты), который выполняет роль регулятора скорости вращения асинхронного электродвигателя.



Применение частотно-регулируемого электропривода обеспечивает:

- изменение скорости вращения в ранее нерегулируемых технологических процессах;
- синхронное управление несколькими электродвигателями от одного преобразователя частоты;
- замена приводов постоянного тока, что позволяет снизить расходы, связанные с эксплуатацией;
- создание замкнутых систем асинхронного электропривода с возможностью точного поддержания заданных технологических параметров;
- возможность исключения механических систем регулирования скорости вращения (вариаторов, ременных передач);
- повышение надежности и долговечности работы оборудования;
- большую точность регулирования скорости движения, оптимальные параметры качества регулирования скорости в составе механизмов, работающих с постоянным моментом нагрузки (конвейеры, загрузочные кулисные механизмы и т. п.).

Частотно-регулируемый электропривод. Основы

Введение

Современный частотно регулируемый электропривод состоит из асинхронного или синхронного электрического двигателя и преобразователя частоты (см. рис.1.).

Электрический двигатель преобразует электрическую энергию в механическую энергию и приводит в движение исполнительный орган технологического механизма.

Преобразователь частоты управляет электрическим двигателем и представляет собой электронное статическое устройство. На выходе преобразователя формируется электрическое напряжение с переменными амплитудой и частотой.

A B C U V W M ПЧ ИО ЧРП

ПЧ - преобразователь частоты
ИО - исполнительный орган
ЧРП - частотно регулируемый электропривод

Рис.1.

Название «частотно регулируемый электропривод» обусловлено тем, что регулирование скорости вращения двигателя осуществляется изменением частоты напряжения питания, подаваемого на двигатель от преобразователя частоты.

На протяжении последних 10 –15 лет в мире наблюдается широкое и успешное внедрение частотно регулируемого электропривода для решения различных технологических задач во многие отрасли экономики. Это объясняется в первую очередь разработкой и созданием преобразователей частоты на принципиально новой элементной базе, главным образом на биполярных транзисторах с изолированным затвором IGBT.

В настоящей статье коротко описаны известные сегодня типы преобразователей частоты, применяемые в частотно регулируемом электроприводе, реализованные в них методы управления, их особенности и характеристики.

При дальнейших рассуждениях будем говорить о трехфазном частотно регулируемом электроприводе, так как он имеет наибольшее промышленное применение.

О методах управления

В синхронном электрическом двигателе частота вращения ротора n_2 в установившемся режиме равна частоте вращения магнитного поля статора n_1.

В асинхронном электрическом двигателе частота вращения ротора n_2 в установившемся режиме отличается от частоты вращения n_1 на величину скольжения s.

Частота вращения магнитного поля n_1 зависит от частоты напряжения питания. При питании обмотки статора электрического двигателя трехфазным напряжением с частотой f создается вращающееся магнитное поле. Скорость вращения этого поля определяется по известной формуле

$$\omega_1 = \frac{2\pi f}{p},$$

где p – число пар полюсов статора.

Переход от скорости вращения поля ω_1, измеряемой в радианах, к частоте вращения n_1, выраженной в оборотах в минуту, осуществляется по следующей формуле $n_1 = \frac{60}{2\pi}\omega_1$,

где 60 – коэффициент пересчета размерности.

Подставив в это уравнение скорость вращения поля, ω_1 получим, что

$$n_1 = \frac{60 f}{p}.$$

Таким образом, частота вращения ротора синхронного и асинхронного двигателей зависит от частоты напряжения питания.

На этой зависимости и основан метод частотного регулирования.

Изменяя с помощью преобразователя частоту f на входе двигателя, мы регулируем частоту вращения ротора.

В наиболее распространенном частотно регулируемом приводе на основе асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором применяются скалярное и векторное частотное управление.

При скалярном управлении по определенному закону изменяют амплитуду и частоту приложенного к двигателю напряжения. Изменение частоты питающего напряжения приводит к отклонению от расчетных значений максимального и пускового моментов двигателя, к.п.д., коэффициента мощности. Поэтому для поддержания требуемых рабочих характеристик двигателя необходимо с изменением частоты одновременно соответственно изменять и амплитуду напряжения.

В существующих преобразователях частоты при скалярном управлении чаще всего поддерживается постоянным отношение максимального момента двигателя к моменту сопротивления на валу. То есть при изменении частоты амплитуда напряжения изменяется таким образом, что отношение максимального момента двигателя к текущему моменту нагрузки остается неизменным. Это отношение называется перегрузочная способность двигателя.

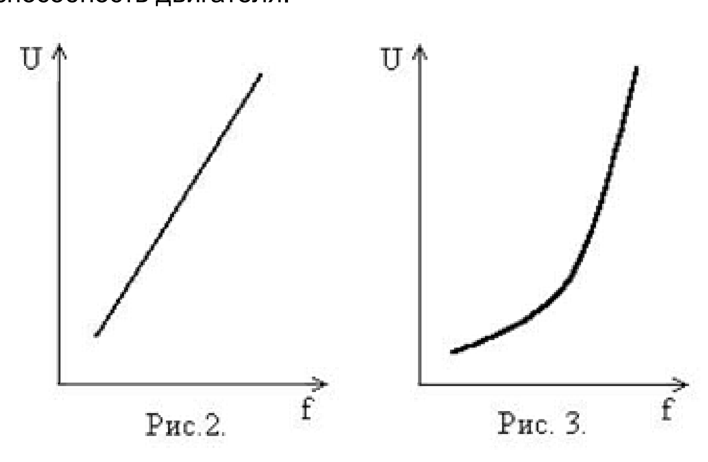


Рис.2. Рис. 3.

При постоянстве перегрузочной способности номинальные коэффициент мощности и к.п.д. двигателя на всем диапазоне регулирования частоты вращения практически не изменяются.

Максимальный момент, развиваемый двигателем, определяется следующей зависимостью

$$M_{макс.} = k\frac{U^2}{f^2},$$

где k - постоянный коэффициент.

Поэтому зависимость напряжения питания от частоты определяется характером нагрузки на валу

электрического двигателя.

Для постоянного момента нагрузки поддерживается отношение U/f = const, и, по сути, обеспечивается постоянство максимального момента двигателя. Характер зависимости напряжения питания от частоты для случая с постоянным моментом нагрузки изображен на рис. 2. Угол наклона прямой на графике зависит от величин момента сопротивления и максимального крутящего момента двигателя.

Вместе с тем на малых частотах, начиная с некоторого значения частоты, максимальный момент двигателя начинает падать. Для компенсации этого и для увеличения пускового момента используется повышение уровня напряжения питания.

В случае вентиляторной нагрузки реализуется зависимость U/f^2 = const. Характер зависимости напряжения питания от частоты для этого случая показан на рис.3. При регулировании в области малых частот максимальный момент также уменьшается, но для данного типа нагрузки это некритично.

Используя зависимость максимального крутящего момента от напряжения и частоты, можно построить график U от f для любого типа нагрузки.

Важным достоинством скалярного метода является возможность одновременного управления группой электродвигателей.

Скалярное управление достаточно для большинства практических случаев применения частотно регулируемого электропривода с диапазоном регулирования частоты вращения двигателя до 1:40.

Векторное управление позволяет существенно увеличить диапазон управления, точность регулирования, повысить быстродействие электропривода. Этот метод обеспечивает непосредственное управление вращающим моментом двигателя.

Вращающий момент определяется током статора, который создает возбуждающее магнитное поле. При непосредственном управлении моментом необходимо изменять кроме амплитуды и фазу статорного тока, то есть вектор тока. Этим и обусловлен термин «векторное управление».

Для управления вектором тока, а, следовательно, положением магнитного потока статора относительно вращающегося ротора требуется знать точное положение ротора в любой момент времени. Задача решается либо с помощью выносного датчика положения ротора, либо определением положения ротора путем вычислений по другим параметрам двигателя. В качестве этих параметров используются токи и напряжения статорных обмоток.

Менее дорогим является частотно регулируемый электропривод с векторным управлением без датчика обратной связи скорости, однако векторное управление при этом требует большого объема и высокой скорости вычислений от преобразователя частоты.

Кроме того, для непосредственного управления моментом при малых, близких к нулевым скоростям вращения работа частотно регулируемого электропривода без обратной связи по скорости невозможна.

Векторное управление с датчиком обратной связи скорости обеспечивает диапазон регулирования до 1:1000 и выше, точность регулирования по скорости – сотые доли процента, точность по моменту – единицы процентов.

В синхронном частотно регулируемом приводе применяются те же методы управления, что и в асинхронном.

Однако в чистом виде частотное регулирование частоты вращения синхронных двигателей применяется только при малых мощностях, когда нагрузочные моменты невелики, и мала инерция приводного механизма. При больших мощностях этим условиям полностью отвечает лишь привод с вентиляторной нагрузкой. В случаях с другими типами нагрузки двигатель может выпасть из синхронизма.

Для синхронных электроприводов большой мощности применяется метод частотного управления с самосинхронизацией, который исключает выпадение двигателя из синхронизма. Особенность метода состоит в том, что управление преобразователем частоты осуществляется в строгом соответствии с положением ротора двигателя.

О преобразователях частоты

Преобразователь частоты – это устройство, предназначенное для преобразования переменного тока (напряжения) одной частоты в переменный ток (напряжение) другой частоты.

Выходная частота в современных преобразователях может изменяться в широком диапазоне и быть как выше, так и ниже частоты питающей сети.

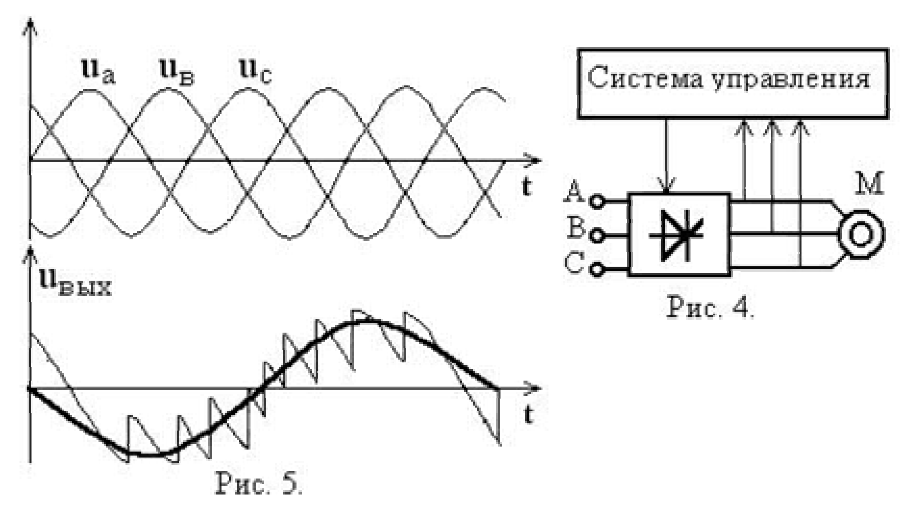
Схема любого преобразователя частоты состоит из силовой и управляющей частей. Силовая часть преобразователей обычно выполнена на тиристорах или транзисторах, которые работают в режиме электронных ключей. Управляющая часть выполняется на цифровых микропроцессорах и обеспечивает управление силовыми электронными ключами, а также решение большого количества вспомогательных задач (контроль, диагностика, защита).

Преобразователи частоты, применяемые в регулируемом электроприводе, в зависимости от структуры и принципа работы силовой части разделяются на два класса:

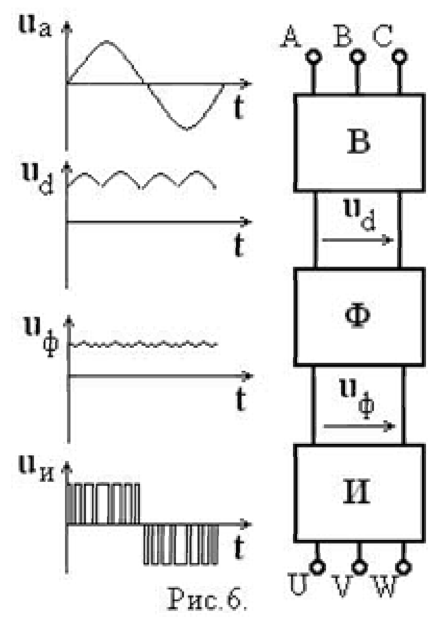
1. Преобразователи частоты с явно выраженным промежуточным звеном постоянного тока.
2. Преобразователи частоты с непосредственной связью (без промежуточного звена постоянного тока).

Каждый из существующих классов преобразователей имеет свои достоинства и недостатки, которые определяют область рационального применения каждого из них.

Исторически первыми появились преобразователи с непосредственной связью (рис. 4.), в которых силовая часть представляет собой управляемый выпрямитель и выполнена на не запираемых тиристорах. Система управления поочередно отпирает группы тиристотров и подключает статорные обмотки двигателя к питающей сети.



Таким образом, выходное напряжение преобразователя формируется из «вырезанных» участков синусоид входного напряжения. На рис.5. показан пример формирования выходного напряжения для одной из фаз нагрузки. На входе преобразователя действует трехфазное синусоидальное напряжение u_a, $u_в$, u_c. Выходное напряжение $u_{вых}$ имеет несинусоидальную «пилообразную» форму, которую условно можно аппроксимировать синусоидой (утолщенная линия). Из рисунка видно, что частота выходного напряжения не может быть равна или выше частоты питающей сети. Она находится в диапазоне от 0 до 30 Гц. Как следствие малый диапазон управления частоты вращения двигателя (не более 1 : 10). Это ограничение не позволяет применять такие преобразователи в современных частотно регулируемых приводах с широким диапазоном регулирования технологических параметров.



Использование не запираемых тиристоров требует относительно сложных систем управления, которые увеличивают стоимость преобразователя.

«Резаная» синусоида на выходе преобразователя является источником высших гармоник, которые вызывают дополнительные потери в электрическом двигателе, перегрев электрической машины, снижение момента, очень сильные помехи в питающей сети. Применение компенсирующих устройств приводит к повышению стоимости, массы, габаритов, понижению к.п.д. системы в целом.

Наряду с перечисленными недостатками преобразователей с непосредственной связью, они имеют определенные достоинства. К ним относятся:

- практически самый высокий КПД относительно других преобразователей (98,5% и выше),
- способность работать с большими напряжениями и токами, что делает возможным их использование в мощных высоковольтных приводах,
- относительная дешевизна, несмотря на увеличение абсолютной стоимости за счет схем управления и дополнительного оборудования.

Подобные схемы преобразователей используются в старых приводах и новые конструкции их практически не разрабатываются.

Наиболее широкое применение в современных частотно регулируемых приводах находят преобразователи с явно выраженным звеном постоянного тока (рис. 6.).

В преобразователях этого класса используется двойное преобразование электрической энергии: входное синусоидальное напряжение с постоянной амплитудой и частотой выпрямляется в выпрямителе (В), фильтруется фильтром (Ф), сглаживается, а затем вновь преобразуется инвертором (И) в переменное напряжение изменяемой частоты и амплитуды. Двойное преобразование энергии приводит к снижению к.п.д. и к некоторому ухудшению массогабаритных показателей по отношению к преобразователям с непосредственной связью.

Для формирования синусоидального переменного напряжения используются автономные инверторы

напряжения и автономные инверторы тока.

В качестве электронных ключей в инверторах применяются запираемые тиристоры GTO и их усовершенствованные модификации GCT, IGCT, SGCT, и биполярные транзисторы с изолированным затвором IGBT.

Главным достоинством тиристорных преобразователей частоты, как и в схеме с непосредственной связью, является способность работать с большими токами и напряжениями, выдерживая при этом продолжительную нагрузку и импульсные воздействия.

Они имеют более высокий КПД (до 98%) по отношению к преобразователям на IGBT транзисторах (95 – 98%).

Преобразователи частоты на тиристорах в настоящее время занимают доминирующее положение в высоковольтном приводе в диапазоне мощностей от сотен киловатт и до десятков мегаватт с выходным напряжением 3 - 10 кВ и выше. Однако их цена на один кВт выходной мощности самая большая в классе высоковольтных преобразователей.

До недавнего прошлого преобразователи частоты на GTO составляли основную долю и в низковольтном частотно регулируемом приводе. Но с появлением IGBT транзисторов произошел «естественный отбор» и сегодня преобразователи на их базе общепризнанные лидеры в области низковольтного частотно регулируемого привода.

Тиристор является полууправляемым приборам: для его включения достаточно подать короткий импульс на управляющий вывод, но для выключения необходимо либо приложить к нему обратное напряжение, либо снизить коммутируемый ток до нуля. Для этого в тиристорном преобразователе частоты требуется сложная и громоздкая система управления.

Биполярные транзисторы с изолированным затвором IGBT отличают от тиристоров полная управляемость, простая неэнергоемкая система управления, самая высокая рабочая частота

Вследствие этого преобразователи частоты на IGBT позволяют расширить диапазон управления скорости вращения двигателя, повысить быстродействие привода в целом.

Для асинхронного электропривода с векторным управлением преобразователи на IGBT позволяют работать на низких скоростях без датчика обратной связи.

Применение IGBT с более высокой частотой переключения в совокупности с микропроцессорной системой управления в преобразователях частоты снижает уровень высших гармоник, характерных для тиристорных преобразователей. Как следствие меньшие добавочные потери в обмотках и магнитопроводе электродвигателя, уменьшение нагрева электрической машины, снижение пульсаций момента и исключение так называемого «шагания» ротора в области малых частот. Снижаются потери в трансформаторах, конденсаторных батареях, увеличивается их срок службы и изоляции проводов, уменьшаются количество ложных срабатываний устройств защиты и погрешности индукционных измерительных приборов.

Преобразователи на транзисторах IGBT по сравнению с тиристорными преобразователями при одинаковой выходной мощности отличаются меньшими габаритами, массой, повышенной надежностью в силу модульного исполнения электронных ключей, лучшего теплоотвода с поверхности модуля и меньшего количества конструктивных элементов.

Они позволяют реализовать более полную защиту от бросков тока и от перенапряжения, что существенно снижает вероятность отказов и повреждений электропривода.

На настоящий момент низковольтные преобразователи на IGBT имеют более высокую цену на единицу выходной мощности, вследствие относительной сложности производства транзисторных модулей. Однако по соотношению цена/качество, исходя из перечисленных достоинств, они явно выигрывают у тиристорных преобразователей, кроме того, на протяжении последних лет наблюдается неуклонное снижение цен на IGBT модули.

Главным препятствием на пути их использования в высоковольтном приводе с прямым преобразованием частоты и при мощностях выше 1 – 2 МВт на настоящий момент являются технологические ограничения. Увеличение коммутируемого напряжения и рабочего тока приводит к увеличению размеров транзисторного модуля, а также требует более эффективного отвода тепла от кремниевого кристалла.

Новые технологии производства биполярных транзисторов направлены на преодоление этих ограничений, и перспективность применения IGBT очень высока также и в высоковольтном приводе. В настоящее время IGBT транзисторы применяются в высоковольтных преобразователях в виде последовательно соединенных нескольких единичных модулей.

Структура и принцип работы низковольтного преобразователя частоты на IGBT транзисторах

Типовая схема низковольтного преобразователя частоты представлена на рис. 7. В нижней части рисунка изображены графики напряжений и токов на выходе каждого элемента преобразователя.

Переменное напряжение питающей сети ($u_{вх.}$) с постоянной амплитудой и частотой ($U_{вх}$ = const, $f_{вх}$ =

const) поступает на управляемый или неуправляемый выпрямитель (1).

Для сглаживания пульсаций выпрямленного напряжения ($u_{выпр.}$) используется фильтр (2). Выпрямитель и емкостный фильтр (2) образуют звено постоянного тока.

С выхода фильтра постоянное напряжение u_d поступает на вход автономного импульсного инвертора (3).

Автономный инвертор современных низковольтных преобразователей, как было отмечено, выполняется на основе силовых биполярных транзисторов с изолированным затвором IGBT. На рассматриваемом рисунке изображена схема преобразователя частоты с автономным инвертором напряжения как получившая наибольшее распространение.

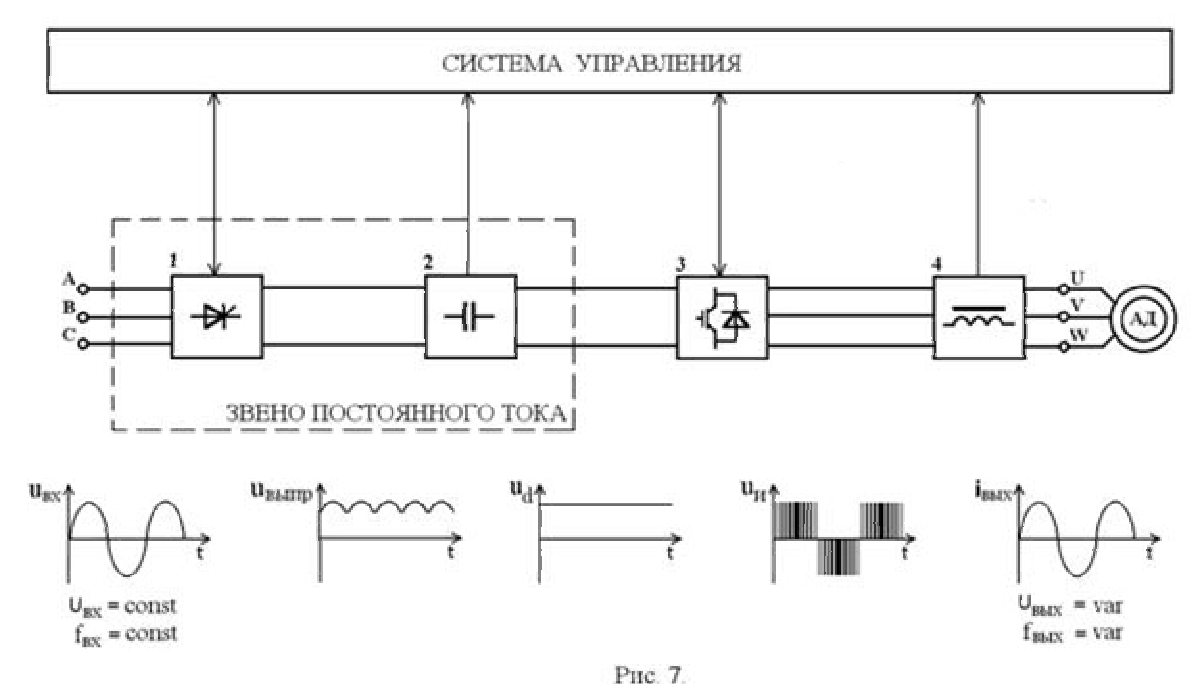


Рис. 7.

В инверторе осуществляется преобразование постоянного напряжения u_d в трехфазное (или однофазное) импульсное напряжение $u_и$ изменяемой амплитуды и частоты. По сигналам системы управления каждая обмотка электрического двигателя подсоединяется через соответствующие силовые транзисторы инвертора к положительному и отрицательному полюсам звена постоянного тока. Длительность подключения каждой обмотки в пределах периода следования импульсов модулируется по синусоидальному закону. Наибольшая ширина импульсов обеспечивается в середине полупериода, а к началу и концу полупериода уменьшается. Таким образом, система управления обеспечивает широтно-импульсную модуляцию (ШИМ) напряжения, прикладываемого к обмоткам двигателя. Амплитуда и частота напряжения определяются параметрами модулирующей синусоидальной функции.

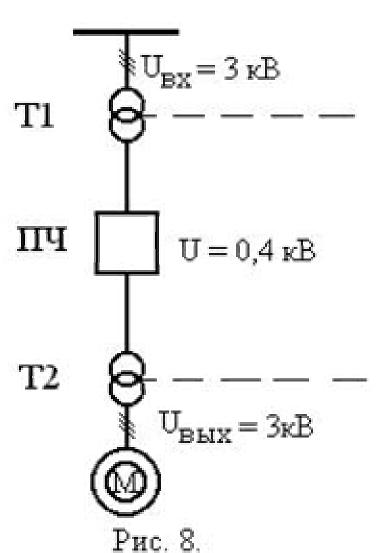


Рис. 8.

При высокой несущей частоте ШИМ (2 … 15 кГц) обмотки двигателя вследствие их высокой индуктивности работают как фильтр. Поэтому в них протекают практически синусоидальные токи.

В схемах преобразователей с управляемым выпрямителем (1) изменение амплитуды напряжения $u_и$ может достигаться регулированием величины постоянного напряжения u_d, а изменение частоты – режимом работы инвертора.

При необходимости на выходе автономного инвертора устанавливается фильтр (4) для сглаживания пульсаций тока. (В схемах преобразователей на IGBT в силу низкого уровня высших гармоник в выходном напряжении потребность в фильтре практически отсутствует.)

Таким образом, на выходе преобразователя частоты формируется трехфазное (или однофазное) переменное напряжение изменяемой частоты и амплитуды ($U_{вых}$ = var, $f_{вых}$ = var).

Типовые схемы высоковольтных преобразователей частоты

В последние годы многие фирмы большое внимание, которое диктуется потребностями рынка, уделяют разработке и созданию высоковольтных частотных преобразователей. Требуемая величина выходного напряжения преобразователя частоты для высоковольтного

электропривода достигает 10 кВ и выше при мощности до нескольких десятков мегаватт.

Для таких напряжений и мощностей при прямом преобразовании частоты применяются весьма дорогие тиристорные силовые электронные ключи со сложными схемами управления. Подключение преобразователя к сети осуществляется либо через входной токоограничивающий реактор, либо через согласующий трансформатор.

Предельные напряжение и ток единичного электронного ключа ограничены, поэтому применяют специальные схемные решения для повышения выходного напряжения преобразователя. Кроме того, это позволяет уменьшить общую стоимость высоковольтных преобразователей частоты за счет использования низковольтных электронных ключей.

В преобразователях частоты различных фирм производителей используются следующие схемные решения.

Двухтрансформаторная схема высоковольтного преобразователя частоты

В схеме преобразователя (рис. 8.) осуществляется двойная трансформация напряжения с помощью понижающего (Т1) и повышающего (Т2) высоковольтных трансформаторов.

Двойная трансформация позволяет использовать для регулирования частоты относительно дешевый низковольтный преобразователь частоты, структура которого представлена на рис. 7.

Преобразователи отличают относительная дешевизна и простота практической реализации. Вследствие этого они наиболее часто применяются для управления высоковольтными электродвигателями в диапазоне мощностей до 1 – 1,5 МВт. При большей мощности электропривода трансформатор Т2 вносит существенные искажения в процесс управления электродвигателем. Основными недостатками двухтрансформаторных преобразователей являются высокие массогабаритные характеристики, меньшие по отношению к другим схемам КПД (93 – 96%) и надежность.

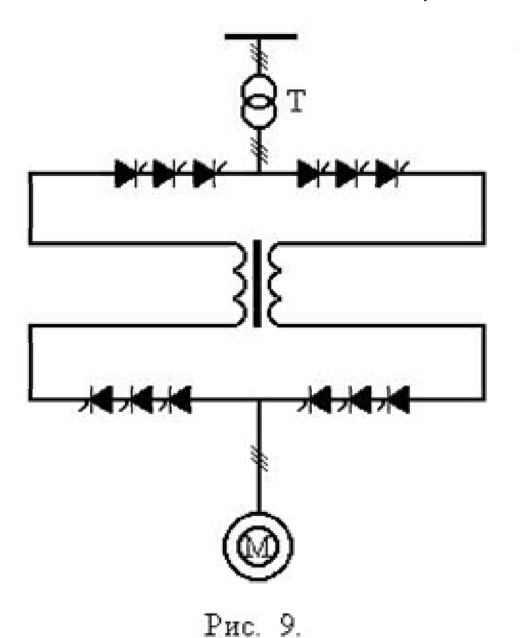


Рис. 9.

Преобразователи, выполненные по этой схеме, имеют ограниченный диапазон регулирования частоты вращения двигателя как сверху, так и снизу от номинальной частоты.

При снижении частоты на выходе преобразователя увеличивается насыщение сердечника и нарушается расчетный режим работы выходного трансформатора Т2. Поэтому, как показывает практика, диапазон регулирования ограничен в пределах $n_{ном}>n>0,5n_{ном}$. Для расширения диапазона регулирования используют трансформаторы с увеличенным сечением магнитопровода, но это увеличивает стоимость, массу и габариты.

При увеличении выходной частоты растут потери в сердечнике трансформатора Т2 на перемагничивание и вихревые токи.

В приводах мощностью более 1 МВт и напряжении низковольтной части 0,4 – 0,6 кВ сечение кабеля между преобразователем частоты и низковольтной обмоткой трансформаторов должно быть рассчитано на токи до килоампер, что увеличивает массу преобразователя.

Схема преобразователя с последовательным включением электронных ключей

Для повышения рабочего напряжения преобразователя частоты электронные ключи соединяют последовательно (см. рис.9.). Число элементов в каждом плече определяется величиной рабочего напряжения и типом элемента. Основная проблема для этой схемы состоит в строгом согласовании работы электронных ключей. Полупроводниковые элементы, изготовленные даже в одной партии, имеют разброс параметров, поэтому очень остро стоит задача согласования их работы по времени. Если один из элементов откроется с задержкой или закроется раньше остальных, то к нему будет приложено полное напряжение плеча, и он выйдет из строя.

Для снижения уровня высших гармоник и улучшения электромагнитной совместимости используют многопульсные схемы преобразователей. Согласование преобразователя с питающей сетью осуществляется с помощью многообмоточных согласующих трансформаторов Т.

На рис. 9. изображена 6-ти пульсная схема с двухобмоточным согласующим трансформатором. На практике существуют 12-ти, 18-ти, 24-х пульсные схемы преобразователей. Число вторичных обмоток

трансформаторов в этих схемах равно 2, 3, 4 соответственно.

Схема является наиболее распространенной для высоковольтных преобразователей большой мощности. Преобразователи имеют одни из лучших удельные массогабаритные показатели, диапазон изменения выходной частоты от 0 до 250-300 Гц, КПД преобразователей достигает 97,5%.

Схема преобразователя с многообмоточным трансформатором

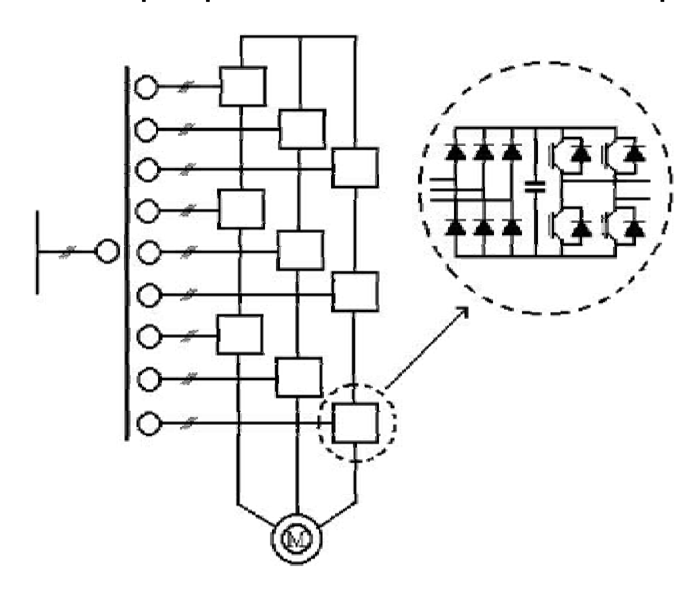


Рис. 10.

Силовая схема преобразователя (рис.10.) состоит из многообмоточного трансформатора и электронных инверторных ячеек. Количество вторичных обмоток трансформаторов в известных схемах достигает 18. Вторичные обмотки электрически сдвинуты относительно друг друга.

Это позволяет использовать низковольтные инверторные ячейки. Ячейка выполняется по схеме: неуправляемый трехфазный выпрямитель, емкостной фильтр, однофазный инвертор на IGBT транзисторах.

Выходы ячеек соединяются последовательно. В приведенном примере каждая фаза питания электродвигателя содержит три ячейки.

По своим характеристикам преобразователи находятся ближе к схеме с последовательным включением электронных ключей.

Источник информации: http://forstenergy.com

Преобразователи частоты MITSUBISHI

Преобразователи частоты сегодня уже не относятся к разряду новой техники. Действительно, асинхронный привод стремительно вытесняет все другие типы электроприводов в силу объективного соответствия требованиям решаемых задач. Надежность, высокие технические характеристики, разумная цена предопределяют успех регулируемого асинхронного привода и в будущем.

В то же время спрос на данный продукт не мог не отразится на предложении, в результате – сегодня преобразователи частоты производят многие фирмы. При этом потребителю, т.е. Вам, приходится делать свой выбор. Возможны ли здесь большие ошибки? Если не впадать в крайности – вероятно нет. Однако, если Вы читаете данную статью, Вы вероятно, не согласитесь с постановкой вопроса, а поставите вопрос так: 'Оптимален ли мой выбор? Стоит ли то, что я покупаю таких денег?'. С такой постановкой вопроса согласны и мы.

Несмотря на широкое распространение преобразователей частоты, круг потребителей хорошо ориентирующихся в этой области и имеющих опыт работы с приводами различных производителей не так широк. Это в значительной степени отражается на формировании представления о продукте, о совокупности его свойств. И если оценка функциональных возможностей инвертора не представляет большого труда, то понять, на сколько тот или иной инвертор надежен, не всегда сможет и специалист. Ниже мы постараемся познакомить Вас с приводами Mitsubishi Electric в формате общего представления: положение фирмы на рынке, особенности, характерные отличия.

Надежность. Думаю вряд ли кто-то будет оспаривать приоритетность данного свойства продукта в общем перечне важнейших его свойств. Каждый производитель уверяет, что его продукт самый, самый... Однако, вероятно должны быть какие-либо основания для данного утверждения. Лучшим основанием на наш взгляд могут быть отзывы о работе оборудования – статистика отказов. Однако процедура получения отзывов достаточно сложна, если конечно целью поставлено получение действительно объективных данных, а спрашивать отзывы у поставщика оборудования – это все равно, что задать ему вопрос: 'Ваше оборудование

достаточно надежное?' Думаю, двух вариантов ответов здесь быть не может.

К сожалению, в нашей стране пока нет компаний, занимающихся анализом рынка. Да и откровенно говоря, любые отечественные рейтинги у многих вызвали бы недоверие по понятным причинам. Что касается зарубежного европейского опыта, одной из компаний, занимающихся исследованиями рынка промышленного оборудования (в том числе и преобразователей частоты) является фирма 'ARC'. По данным ARC влияние ведущих поставщиков на мировом рынке низковольтных ПЧ распределено следующим образом: ABB – 10.9%, Rockwell – 10.6%, Siemens – 8.5%, Mitsubishi – 8%.

В прошлом году был проведен опрос около двухсот европейских пользователей преобразователей частоты, в числе которых - конечные пользователи, производители оборудования и системные интеграторы (Подробный отчет опубликован в 'European Motor Drive Survey 2001). Опрос проводился по различным критериям оценки. По критериям 'Цена' и 'Надежность' первое место было отдано оборудованию Mitsubishi. Справедливости ради, следует отметить, что лидером в группе 'Технологичность' стала компания ABB, Control Techniques – отличился в группе 'Техническая поддержка', Lenze – 'Условия поставки', SEW Eurodrive – 'Техническая документация'.

В свое время компания Mitsubishi Electric стояла у истоков разработки и производства преобразователей частоты. Опыт, накопленный фирмой, является бесценным и в значительной степени предопределяет надежность выпускаемой фирмой продукции. Что касается страны происхождения, то можно спорить о конструктивном исполнении японских инверторов, интерфейсе программирования, других более или менее важных моментах, но обсуждать легендарную надежность японской электроники, думаю, вряд ли актуально.

Что касается вопроса стоимости оборудования, то, в общем, уровень цен на преобразователи частоты Mitsubishi диссонирует с положением фирмы на рынке. Скажем прямо, цены невысокие. Однако удивительного здесь ничего нет. Специалистам в области электроники хорошо известны знаменитые силовые полупроводниковые элементы Mitsubishi, используемые в преобразователях частоты многих ведущих производителей, в том числе и очень именитых. Думаю излишне комментировать то, в какой степени силовые ключи влияют на общую надежность привода и его стоимость.

Что касается высоковольтных преобразователей частоты – самого 'престижного' сегмента рынка ПЧ, то для подсчета фирм-производителей управляемых тиристоров на напряжение 6кВ и ток до 6кА с избытком хватит пальцев одной руки. Широта гаммы микросхем и других электронных компонентов Mitsubishi также вызывает уважение и позволяет обеспечить комплектацию инвертора в основном собственной элементной базой. Что касается программного обеспечения, не менее высокотехнологичной части инвертора, компания Mitsubishi широко известна и в этой области, как один из ведущих мировых разработчиков, имеющих множество запатентованных решений, применяемых и в массовом производстве. Свидетельством этому является то, что даже некоторые из крупных производителей преобразователей частоты используют алгоритмы управления, разработанные Mitsubishi.

Компактность. Не секрет, что габаритные размеры инверторов в значительной степени определяются площадью радиатора, на котором размещаются силовые полупроводниковые элементы. В этом смысле рассеиваемая на радиаторе мощность накладывает ограничения на общие габариты устройства. Очевидно, что чем меньше потери в преобразователе частоты, тем меньше его габаритные размеры. Как было сказано выше, Mitsubishi Electric – один из крупнейших в мире производителей силовых полупроводниковых элементов и конечно, все новейшие разработки в этой области находят применение и в преобразователях частоты. Подтверждением этому – новейшая серия инверторов FR-S540.

В данной серии разработчикам удалось достичь потрясающе малой рассеиваемой мощности и, как следствие, суперкомпактного конструктива. Например, преобразователь частоты на мощность 4 кВт имеет размеры ШхВхГ всего лишь: 108x128x165. Надо отметь, что такие размеры достигнуты без каких-либо компромиссов с основными техническими характеристиками (Iном – 8.6А, частота несущей ШИМ – до 10кГц, рабочая С). Необходимо также понимать, что помимо°температура окружающей среды до +50 сохранения свободной площади на панели электрошкафа, компактный инвертор, рассеивающий меньшее количество тепла, предъявляет соответственно и меньшие требования к охлаждению, а значит и к объему электрошкафа, что особенно актуально при необходимости установки нескольких ПЧ в одном электрошкафу.

Функциональное оснащение. При беглом просмотре функциональных возможностей преобразователей частоты различных производителей может создаться впечатление, что отличия между ними

практически отсутствуют. Действительно, базовые возможности инверторов близки по своей сути. Стоит однако отметь, что помимо базовых функций современные преобразователи частоты оснащаются достаточно широким набором вспомогательных функций, существенно облегчающих установку и привязку устройства в схему. Однако, зачастую, при ближайшем рассмотрении описания работы той или иной функции оказывается, что работает данная функция не совсем так, как надо, и поэтому использовать ее невозможно. Как правило, в рекламных буклетах нюансы использования функций не разъясняются, а ведь оставлять без внимания данный вопрос не стоит.

Вот лишь некоторые примеры, иллюстрирующие внешнюю полноту функционального набора при очевидных недостатках в практическом использовании: входы управления Пуск/Стоп предусмотрены, но они требуют контактов с фиксацией, что влечет за собой установку дополнительных реле, источника питания; ПИД-регулятор предусмотрен, но его отключение через цепи управления невозможно, т.е. чтобы выполнить переход из ручного режима в автоматический и обратно необходимо перепрограммирование устройства; интерфейс RS485 предусмотрен, но он не имеет гальванической развязки, а из двухсот параметров инверторов по интерфейсу доступы лишь 10 из них; необходимо сократить время торможения, а подключение резистора для сброса энергии не предусмотрено; торможение постоянным током предусмотрено, но через цепи управления не доступно, а активизируется лишь с предварительно заданной частоты и т.д.

Этот список можно продолжать довольно долго. Мы бы хотели обратить Ваше внимание на то, что современный преобразователь частоты – достаточно функциональное устройство и при грамотном использовании позволяет избежать многих ненужных проблем, как на стадии проектирования, так и в последствии – при работе. Внимательно изучайте предлагаемые Вам устройства, обязательно пользуйтесь консультациями технических специалистов, а не торговых агентов и особое внимание обращайте на ведущих производителей в этой области. Не все из них имеют атомные цены, зато вероятность избавить себя от головной боли значительно выше. Особенно это относится к тем предприятиям, которые используют преобразователи частоты для решения задач широкого круга. Не раз замечено: функции, которые не востребованы для одной задачи, существенно облегчат Вашу работу в другой задаче.

Одна из целей данной статьи - обратить Ваше внимание на компанию Mitsubishi Electric, как на крупнейшего мирового производителя в области электропривода, на серьезный подход фирмы к разработке и производству преобразователей частоты. И, несмотря на то, в силу географического положения основные успехи фирмы сосредоточены в азиатском регионе (более трети рынка преобразователей частоты), а также в США, успех, которым пользуются преобразователи частоты в Европе вполне предсказуем. Очевидно, что цена на инверторы Mitsubishi адекватна их качеству. Инверторы Mitsubishi стоят своих денег. Присмотритесь к ним поближе, вполне вероятно, Вы с нами согласитесь.

Источник информации: http://technikon.by

Преобразователи частоты Omron

Частотные преобразователи OMRON сочетают в себе уникальные качества - высокий технический уровень, надежность и невысокую цену. Эти устройства просты в эксплуатации и долговечны. Они не требуют наладки при установке и легко встраиваются в существующие системы. Широкий диапазон мощностей и различные варианты системы управления позволяют подобрать решение для практически любой задачи. В настоящее время OMRON выпускает 6 серий частотных преобразователей SYSDRIVE - 3G3JV, 3G3MV, 3G3HV, 3G3PV, 3G3RV и 3G3FV. Серии отличаются диапазоном мощностей и возможностями системы управления. В дальнейшем планируется полная замена преобразователей серии 3G3HV на преобразователи 3G3PV и 3G3RV.

Частотные преобразователи обеспечивают полную электронную защиту преобразователя и двигателя от перегрузок по току, перегрева, утечки на землю и обрыва фазы. Преобразователь позволяет отслеживать и отображать на цифровом пульте основные параметры системы на заданную скорость, выходную частоту, ток и напряжение двигателя, выходную мощность и момент, состояние дискретных входов, общее время работы преобразователя и т. д.

В зависимости от характера нагрузки можно выбрать подходящую V/f характеристику или создать свою собственную. Управлять частотным преобразователем OMRON можно либо со встроенной цифровой панели, либо с помощью внешних сигналов. Во втором случае скорость вращения задается аналоговым сигналом 0-10В или 4-20мА, а команды пуска, останова и изменения режимов подаются дискретными сигналами. Существует возможность управления преобразователем через последовательный интерфейс (RS-232, RS-422 или RS-485) с использованием специального протокола. Преобразователи можно объединять в сеть Compobus/D с помощью дополнительного модуля.

Специальные функции

- Энергосбережение - преобразователь позволяет экономить на непроизводительных затратах энергии, кроме того, он имеет функцию энергосбережения. Эта функция позволяет при выполнении той же работы экономить дополнительно от 5 до 30% электроэнергии путем поддержания электродвигателя в режиме оптимального КПД. В режиме энергосбережения преобразователь автоматически отслеживает потребление тока, рассчитывает нагрузку и снижает выходное напряжение. Таким образом, снижаются потери на обмотках двигателя и увеличивается его КПД.
- ПИД-регулятор - преобразователи OMRON имеют встроенный регулятор процесса (ПИД-регулятор). Для работы в этом режиме необходим датчик обратной связи. Преобразователь изменяет скорость вращения двигателя таким образом, чтобы поддерживать на заданном уровне определенный параметр системы (уровень, давление, расход, температура и т.п.).
- Предотвращение резонанса - иногда при работе на определенных частотах в механической системе возникает резонанс. В этом случае преобразователь может обходить резонансную частоту.
- Предотвращение опрокидывания инвертора - функция предотвращения опрокидывания инвертора работает в трех режимах - при разгоне, при торможении и во время работы. При разгоне, если задано слишком большое ускорение и не хватает мощности, преобразователь автоматически продлевает время разгона. При торможении функция работает аналогично. При работе эта функция позволяет в случае перегрузки вместо аварийной остановки продолжить работу на меньшей скорости
- Определение скорости - иногда возникают ситуации, в которых пуск преобразователя происходит при вращающейся нагрузке. Для предотвращения опрокидывания в этом случае применяется функция определения скорости. При ее использовании преобразователь при пуске определяет скорость вращения нагрузки и начинает регулирование не с нуля, а с этой скорости.

Преимущества использования частотных преобразователей

- Плавная регулировка скорости вращения электродвигателя позволяет в большинстве случаев отказаться от использования редукторов, вариаторов, дросселей и другой регулирующей аппаратуры. Что значительно упрощает механическую систему, повышает ее надежность и снижает эксплуатационные расходы.
- При подключении через частотный преобразователь пуск двигателя происходит плавно, без пусковых токов и ударов, что снижает нагрузку на двигатель и механику, увеличивает срок их жизни.
- Применение частотных преобразователей с обратной связью обеспечивает точное поддержание скорости вращения при переменной нагрузке, что во многих задачах позволяет значительно улучшить качество технологического процесса.
- Для питающей сети преобразователь является чисто активной нагрузкой и потребляет ровно столько энергии, сколько требуется для выполнения механической работы (с учетом КПД преобразователя и двигателя).
- Частотный преобразователь в комплекте с асинхронным электродвигателем может применяться для замены приводов постоянного тока. В этом случае значительно снижаются эксплуатационные затраты, повышается перегрузочная способность, а соответственно и надежность системы.
- Применение регулируемого частотного электропривода позволяет сберегать энергию путем устранения непроизводительных затрат энергии в дроссельных заслонках, механических муфтах и других регулирующих устройствах. При этом экономия прямо пропорциональна непроизводительным затратам

Области применения

- Складское и грузоподъемное оборудование - 3G3FV
- Общего применения, работа с постоянным моментом - 3G3RV, 3G3MV, 3G3HV
- Промышленные насосы и вентиляторы - 3G3PV, 3G3MV, 3G3HV
- Контроль скорости - 3G3PV, 3G3JV

Основные возможности

- Частотный преобразователь позволяет регулировать выходную частоту в пределах от 0 до 400 Гц.
- Разгон и торможение двигателя осуществляется плавно (по линейному закону), время разгона и торможения можно настраивать в пределах от 0.1 сек до 30 мин. Возможен плавный реверс двигателя.

- При разгоне происходит автоматическое усиление момента, для компенсации инерционной нагрузки.
- Момент при пуске достигает 150 % от номинального.
- Частотные преобразователи обеспечивают полную электронную защиту преобразователя и двигателя от перегрузок по току, перегрева, утечки на землю и обрыва линий передачи.
- Преобразователь позволяет отслеживать и отображать на цифровом пульте основные параметры системы - заданную скорость, выходную частоту, ток и напряжение двигателя, выходную мощность и момент, состояние дискретных входов, общее время работы преобразователя и т. д.
- В зависимости от характера нагрузки можно выбрать подходящую вольт-частотную характеристику или создать свою собственную.
- В наиболее совершенных преобразователях (3G3FV) реализовано векторное управление. Оно позволяет работать с полным моментом в области нулевых частот, точно поддерживать скорость при переменной нагрузке без датчика обратной связи, точно контролировать момент на валу двигателя.

Серия 3G3JV

Миниатюрный регулятор скорости вращения общего применения со встроенной функцией энергосбережения, оптимален для управления вентиляторными, насосными установками, конвеерами и др. управление по закону V/f. Имеет 8 фиксированных заданий частоты, 5 дискретных входов (4 программируемые), один аналоговый вход задания скорости (0-10В или 4-20мА), один программируемый аналоговый выход (0-10В), один программируемый дискретный выход. Возможно управление по шине ModBus.

- Диапазон мощностей: 0,1-4 кВт
- Номинальное напряжение: 220-380 В (1 или 3 фазы), 50/60 Гц
- Допустимая погрешность номинального напряжения: ±10%
- Диапазон частот управляющего напряжения: 0,1-400 Гц
- Шаг изменения частоты управляющего напряжения: 0,01 Гц
- Рабочая частота преобразования: 2,5-10 кГц
- Таймер разгона/торможения: 0-999 с
- Наличие сетевого управления: ModBus (опция)
- Аналоговый вход: 0-10 В, 4-20 мА, 0-20 мА
- Аналоговый выход: 0-10 В
- Степень защиты: IP20

Серия 3G3MV

Малогабаритный, высокодинамичный с большой глубиной регулирования. Пусковой момент до 150% с 3 Hz. Отличается режимом векторного управления, возможностью работы с полным моментом в области нулевых частот и улучшенными динамическими характеристиками. 16 фиксированных заданий частоты, 7 дискретных входов (6 программируемых), 3 дискретных выхода (все программируемые). Импульсный вход, 1 аналоговый вход задания скорости (0-10В или 0-20mA, 4-20мА). 1 программируемый аналоговый выход (0-10В). Идеален для замены старых приводов. Встроенный потенцометр. Встроенная функция правления по шине ModBus (RS485/422) + PID + Энергосбережение. Имеет компактные размеры.

- Диапазон мощностей: 0,1-7,5 кВт
- Номинальное напряжение: 200-230 В (1 или 3 фазы), 50/60 Гц, 380-460 В (3 фазы), 50/60 Гц
- Допустимая погрешность номинального напряжения: ±10%
- Диапазон частот управляющего напряжения: 0,1-400 Гц
- Шаг изменения частоты управляющего напряжения: 0,01 Гц
- Принципы управления: векторный типа "разомкнутая петля", изменяемое соотношение напряжение/частота
- Рабочая частота преобразования: 2,5-10 кГц
- Таймер разгона/торможения: 0,1-6000 с
- Количество фиксированных режимов скорости вращения: 16
- Наличие сетевого управления: ModBus, DeviceNet (опция), PROFIBUS (опция)
- Аналоговый вход: 0-10 В, 4-20 мА, 0-20 мА, частотный вход
- Аналоговый выход: 0-10 В
- Степень защиты: IP20

Серия 3G3PV

Частотные регуляторы серии 3G3PV являются недорогими устройствами в основном для задач вентиляции и водоснабжения. Частотный регулятор имеет 7 дискретных входов, 3 релейных выхода, 2 свободно настраиваемых аналоговых выхода и 2 аналоговых входа с возможностью приема сигналов с

термосопротивления. Встроенный протокол ModBus (RS485/RS422). Возможность установки дополнительных плат 3G3FV.

- Диапазон мощностей: до 300 кВт
- Номинальное напряжение: 200-230 В (1 или 3 фазы), 50/60 Гц 380-460 В (3 фазы), 50/60 Гц
- Допустимая погрешность номинального напряжения: -15%,+10%
- Диапазон частот управляющего напряжения: 0,1-400 Гц
- Шаг изменения частоты управляющего напряжения: 0,01 Гц
- Принципы управления: изменяемое соотношение напряжение/частота, 15 фиксированных соотношений напряжение/частота
- Рабочая частота преобразования: 2,5-10 кГц
- Поддержка основных сетевых протоколов
- Контроль внутренней температуры
- Степень защиты: IP20

Серия 3G3RV

Новый частотный регулятор серии 3G3RV предназначен для широкого спектра задач. Имеет 7 дискретных входов и два аналоговых входа по напряжению и току (12 бит) с возможностью приема сигналов с датчиков температуры, также имеется импульсный вход. В качестве выходов предусмотрены два аналоговых по напряжению и току и 3 релейных выхода. Режим векторного управления используется для поддержания заданной скорости. Встроенная функци управления по шине ModBus (RS485/RS422) + PID + Энергосбережение

- Диапазон мощностей: 0,4-300 кВт
- Номинальное напряжение: 200-230 В (1 или 3 фазы), 50/60 Гц 380-460 В (3 фазы), 50/60 Гц
- Допустимая погрешность номинального напряжения: -15%, +10%
- Диапазон частот управляющего напряжения: 0,1-400 Гц
- Шаг изменения частоты управляющего напряжения: 0,01 Гц
- Принципы управления: соотношение напряжение/частота и векторное управление без датчика о.с.
- Рабочая частота преобразования: 2,5-10 кГц
- Таймер разгона/торможения: 0,1-3600 с
- Поддержка основных сетевых протоколов
- Контроль внутренней температуры
- Степень защиты: IP20

Эффективность применения преобразователей частоты

С переходом на рыночную экономику для предприятий вопросы энерго- и ресурсосбережения приобрели особую важность. Устранение нерационального расхода средств сегодня всё чаще решается при помощи высоких технологий, и здесь одну из ведущих позиций занимает автоматизированный электропривод.

Для многих инженеров не секрет, что именно асинхронный привод находит сейчас всё большее применение, благодаря своей экономичности, простоте в обслуживании, возможности использования на опасных объектах. Уделяя огромное внимание совершенствованию элементной базы преобразователей частоты (ПЧ), многие фирмы добились хороших результатов. Не стала исключением и японская корпорация OMRON, преобразователи которой не уступают преобразователям других ведущих производителей ни по качеству, ни по надёжности.

ПЧ OMRON - это высокотехничное изделие, содержащие передовые (IGBT) транзисторы в составе силовой схемы, интеллектуальную микропроцессорную систему управления, позволяющую пользователю оптимально настроить преобразователь под конкретную задачу и далее не вкладывать никаких затрат в его эксплуатацию.

Одним из главных достоинств ПЧ является возможность их работы в локальных сетях. Это, обеспечивает настройку параметров в режиме чтение/запись и управление всеми преобразователями со станции оператора. Очевидно, что такая возможность выводит АСУ ТП на новый уровень, обеспечивая удобство эксплуатации, снижение материальных затрат на обслуживание, повышение качества технологического процесса. Примеров использования сетевых технологий можно привести достаточное количество, характерными, конечно, являются

производства конвейерного типа, производства с непрерывной обработкой материала, транспортные линии.

Особый экономический эффект от использования ПЧ можно получить, применив частотное регулирование на объектах, обеспечивающих транспортировку жидкостей или газа. Если до недавнего времени самым распространённым способом регулирования величины аэро/гидропотока являлось использование вентиляционных задвижек/дросселирующих клапанов, то сегодня актуальным становится частотное управление асинхронным двигателем, приводящим в движение, например, рабочее колесо насосного агрегата, рабочий орган вентилятора. Перспективность частотного регулирования наглядно видна из приведённого ниже рисунка. Очевидно, что при дросселировании энергия потока вещества, сдерживаемого задвижкой, уходит "на ветер" (вместе с деньгами).

Применение ПЧ в составе насосного агрегата или вентилятора позволит сразу задать требуемый расход, что обеспчит не только экономию электроэнергии, но и экономию транспортируемого вещества. В зависимости от конкретного объекта и решаемой задачи коэффициент экономии (КЭ) варьируется от 30 до 80%. Например, при круглосуточной работе установки мощностью 50кВт, КЭ = 1/2 (50%) и условном тарифе на электроэнергию = 0,5 руб. получаем: 50*1/2*24*365*0,5 = 109500 руб. в год.

Условя работы несколько идеализированы, но почти близки к реальности, а значит, близок к реальности и полученный результат.

Кроме того, преобразователи OMRON имеют специальную функцию энергосбережения. Преобразователь, работая в энергосберегающем режиме, отслеживает потребление тока и, если нагрузка невелика, снижает выходное напряжение до минимально возможного. Т.е. увеличиватся КПД. Функцию можно применять в задачах, где нагрузка является переменной величиной. Например, на тех же насосных станциях расход воды зависит от времени суток. Активирование энергосберегающего режима в "мертвых зонах" даст дополнительный экономический эффект.

Преобразователь позволяет отслеживать и отображать на цифровом пульте основные параметры системы на заданную скорость, выходную частоту, ток и напряжение двигателя, выходную мощность и момент, состояние дискретных входов, общее время работы преобразователя и т. д. В зависимости от характера нагрузки можно выбрать подходящую V/f характеристику или создать свою собственную.

Несмотря на немалую стоимость современных ПЧ, окупаемость вложенных средств за счёт экономии ресурсов не превышает двух лет. Это вполне реальные сроки, а учитывая многолетний жизненный ресурс подобной техники, можно подсчитать ожидаемую экономию на длительный период по приведённой выше формуле и принять правильное решение, двигаясь в ногу со временем.

Источник информации: http://www.momentum.ru/

Современное состояние и перспективы развития электронных счетчиков электроэнергии

В.Е. РАИНИН, инж., И.С. ХОДЯЧИХ, инж.. Мытищинский электротехнический завод



Изобретенный Феррариусом в 1884 году электромеханический счетчик активной электроэнергии индукционного типа до сих пор зажимает доминирующее положение в системе учета потребления электроэнергии не только в России, других страдах СНГ, но и в мире.

В результате производства таких счетчиков в огромных масштабах в течение ста лет их конструкция и технология производства отработаны в мельчайших деталях.

В настоящее время это совершенный прибор с длительным сроком эксплуатации и с относительно низкой стоимостью.

Однако индукционные электросчетчики имеют в ряде случаев недостаточную точность и ограниченные функциональные возможности, что проявляется уже при создании простейших двухтарифных систем или организации дистанционного сбора показаний счетчиков.

Интенсивное развитие автоматизированных систем учета потребления электроэнергии, введение многотарифности и предоплаты выдвинули задачу создания качественно нового прибора для измерения электроэнергии — электронного счетчика, совместимого с другими элементами системы 'учета и обладающего более высокой точностью.

Изучение опыта передовых зарубежных фирм («Сименс», «Ландис и Гир», «Шлюмбурже», «АББ» и др.) и анализ патентной ситуации говорят о том, что электронные счетчики прочно заняли свой сегмент рынка, а работы, связанные с повышением технического уровня и качества электронных счетчиков, проводятся достаточно интенсивно.

Следует отметить, что разработка электронного счетчика электроэнергии является достаточно сложной научно-технической задачей из-за необходимости обеспечения широкого динамического диапазона по току, коэффициенту мощности и напряжению. Дополнительными ограничениями являются нормирование потребления по цепи напряжения и требование по электромагнитной совместимости. Жесткими требованиями являются длительный срок службы и большой межповерочный интервал.

В России в течение последних пяти лет также наблюдается «бум» IB создании и освоении электронных счетчиков, что обусловлено в том числе и тем, что после распада СССР основные заводы-изготовители электросчетчиков оказались за рубежам.

В частности. Мытищинский электротехнический завод (АО «МЭТЗ») в (рамках конверсии в короткие сроки разработал и освоил в производстве гамму электронных счетчиков около тридцати наименований, практически полностью покрывающую потребность в средствах учета электроэнергии по номенклатуре в быту, промышленности, сельском хозяйстве и энергетике.

АО «МЭТЗ» выпускает однофазные и трех фазные счетчики в одно- и двухтарифном исполнениях с внешним и внутренним тарификатором, непосредственного или трансформаторного включения на номинальные напряжения 100, 220, 380В и токи 5—50 А, 10—100 А, 1—1,5 А и 5—7,5 А.

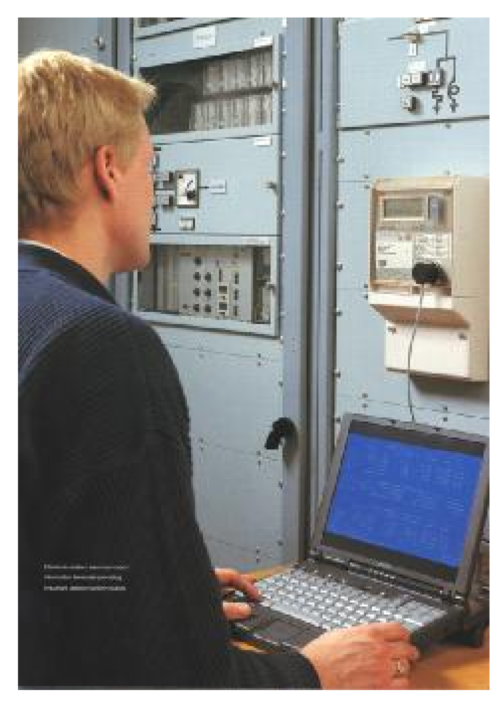
Трехфазные счетчики выпускаются для измерения активной и реактивной энергии, а также двунаправленные — для измерении потоков энергии в обоих направлениях.

В зависимости от назначения класс точности приборов может быть «0,5», «1,0» или «2,0».

Большинство счетчиков построено на базе специализированной БИС отечественного производства. Для обеспечения высокой надежности все электрорадиоэлементы используются в облегченных электрических и тепловых режимах.

В отличие от других выпускаемых в России счетчиков однофазные счетчики АО «МЭТЗ» имеют блок питания, выполненный по оригинальной бестрансформаторной схеме, и не содержат электролитических конденсаторов, что особенно важно для обеспечения длительного срока эксплуатации.

В настоящее время можно выделить следующие тенденции в развитии электронных счетчиков:



1. Применение специализированных БИС и микропроцессоров, что позволяет, с одной стороны, повысить класс точности и надежность счетчиков, а, с другой стороны, без увеличения аппаратурных затрат существенно увеличить функциональные возможности 'счетчиков, ^например: фиксировать максимумы потребления мощности, организовать «электронный архив», обеспечить алгоритм предоплаты и т. д.

2. Постепенный переход на электронные отсчетные устройства взамен менее надежных электромеханических. Этот переход уже сейчас экономически оправдан для многофункциональных счетчиков.

3. Применение альтернативных трансформатору току с сердечником из аморфного железа измерительных преобразователей тока для счетчиков непосредственного включения. В частности, преобразователи мощности, построенные с применением новейших БИС, позволяют использовать в качестве первичных преобразователей тока маломощные шунты.

4. Опыт фирмы «Ландис и Гир» и ряда других дает возможность прогнозировать появление однофазных счетчиков с преобразователями мощности на основе эффекта Холла.

5. Создание модульных блоков питания, в том числе с литиевыми источниками тока, обеспечивающих сохранение информации суммирующими устройствами в обесточенном 'состоянии и переходных процессах в сети.

6. Создание модулей связи, обеспечивающих передачу измерительной информации по силовому кабелю, что позволит наиболее эффективно решить проблему дистанционного сбора показаний счетчиков.

7. Создание технических средств, позволяющих внедрить наиболее эффективную систему расчетов за пользование электроэнергией с предоплатой и льготным кредитованием.

Современные электронные счетчики в свете требований ГОСТ 30206-94 и ГОСТ 30207-94

Е.И.РОЖНОВ, НПФ «Прорыв», главный конструктор

Постановлениями Комитета Российской Федерации по стандартизации, метрологии и сертификации от 12 марта 1996 г. № 158 и № 159 межгосударственные стандарты ГОСТ 30206-94 и ГОСТ 30207-94 введены в действие непосредственно в качестве государственных стандартов Российской Федерации с 01.07.96, в части счетчиков, разработанных до 1 июля 1996 г., — с 01.07.97.

Настоящие стандарты введены взамен ГОСТ 26035-83 и содержат полный аутентичный текст международных стандартов МЭК 687-92 «Статические счетчики ватт-часов активной энергии переменного тока (классы точности 0,2 и 0,5)»и МЭК 1036-90 «Статические счетчики ватт-часов активной энергии переменного тока (классы точности 1 и 2)» с дополнительными требованиями, отражающими потребности экономики страны.

Стандарты устанавливают требования к изготовлению и типовым испытаниям счетчиков (по ГОСТ 22261) и не устанавливают правила поведения приемо-сдаточных испытаний и испытаний на соответствие техническим требованиям (по ГОСТ 25990).

Для реализации требований новых ГОСТ электронная часть существующих счетчиков электрической энергии должна быть существенно доработана, а эффективность такой доработки должна быть оценена на основе анализа результатов следующих дополнительных испытаний:

- определения дополнительной погрешности, вызванной постоянной составляющей в токовой цепи счетчика;
- определения дополнительной погрешности, вызванной третьей гармоникой в токовой цепи счетчика;
- определения влияния характеристик напряжения на погрешность счетчика (провалы и кратковременные пропадания напряжения, изменения частоты и формы кривой напряжения, не симметрия напряжения фаз и т.д.);
- испытания на электромагнитную совместимость (невосприимчивость к электростатическим разрядам, высокочастотным электромагнитным полям, быстрым переходным всплескам, радиопомехам);
- определения температурного коэффициента счетчика на любом интервале его диапазона температур.

Эти требования внесены в ГОСТы на основе накопленного опыта эксплуатации и вследствие практически неограниченных потенциальных возможностей электронных счетчиков электроэнергии не только по метрологическим характеристикам, но и как эффективного средства для автоматизации технического и коммерческого учета электроэнергии.

Для проведения испытаний, регламентированных новыми ГОСТами, необходимы дополнительные метрологические приборы, которые ранее не выпускались и без которых невозможно проведение ряда испытаний, отсутствовавших в ГОСТ 26035-83. Пока, до появления стандартных приборов, разработчикам счетчиков нового поколения приходится использовать нестандартные приборы собственной разработки.

Основная масса выпускаемых промышленностью счетчиков энергии пока не удовлетворяет требованиям новых ГОСТ 30206-94 и ГОСТ 30207-94, заменяющих ГОСТ 26035-84, и требованиям сегодняшнего дня энергетики.

НПФ «Прорыв» оказалась подготовлена к такой ситуации, так как изначально, задолго до появления новых ГОСТов, поставила себе задачу разработки ряда перспективных электронных счетчиков, полностью удовлетворяющих рекомендациям МЭК 687-92, МЭК 1036-90 и требованиям Общеевропейских стандартов, но имеющих приемлемую для российского рынка цену.

Прецизионная измерительная часть таких счетчиков реализована на основе разработанных НПФ «Прорыв» специализированных микросхем с оригинальными алгоритмами обработки информации, позволяющими оптимизировать не только электронные счетчики, но и аппаратуру автоматизированного учета электроэнергии на их основе.

Отличные метрологические характеристики и способность специализированных микросхем работать как с гармоническими, так и с негармоническими сигналами любой формы в широком диапазоне частот, в том числе с сигналами постоянного напряжения и тока, позволяет реализовать на них любые типы электронных счетчиков электроэнергии в сетях переменного и постоянного тока.

Характеристики таких счетчиков в основном определяются характеристиками применяемых в них датчиков тока и напряжения, поэтому именно этим элементам следует уделять особое внимание при проектировании электронных счетчиков нового поколения.

В энергетике уже применяются два базовых типа прецизионных микросхем (ИС ваттметра К.М1095ПП1 и ИС драйвера КМ1095АП1) для любых типов электронных одно- и трехфазных счетчиков электрической энергии. Эта работа отмечена Золотой медалью Минэлектронпрома, а созданные на базе этих микросхем счетчики стали лауреатами Конкурса на лучший прецизионный счетчик России (ВНИИ им. Д.И. Менделеева, С.-Петербург), а также награждены Почетным дипломом и медалями «Лауреат ВВЦ» (Всероссийский Выставочный центр, Москва).

Наш опыт разработки перспективных ИС с оригинальными алгоритмами обработки сигналов получил также высокую оценку за рубежом. Фирмой «D-Tech» (Германия) нам была предоставлена в пользование современная технология производства ИС и современный САПР для проектирования микросхем.

На взаимовыгодной основе подготовлены к серийному производству еще несколько типов ИС для приборов и аппаратуры энергетики различного функционального назначения. При этом наша сторона взяла на себя наиболее дорогостоящую (по западным меркам) интеллектуальную часть работы, включающую разработку топологии микросхем, перенос ее на машинные носители информации в форме, пригодной для последующего изготовления фотошаблонов, разработку методик контроля параметров чипов непосредственно на кремниевой пластине. Остальная часть работы по изготовлению микросхем выполняется зарубежными партнерами. Такое распределение труда позволяет снизить цену производства микросхем и обеспечивает гарантированное качество, надежность и соблюдение сроков поставок. Срок от начала финансирования до выпуска серийной продукции не превышает 4 месяцев.

По этой схеме НПФ «Прорыв», ТОО «Силиком» и ЗАО «ЭНЭЛЭКО» разработали однокристальную прецизионную ИС SPM-1 для однофазного двухтарифного счетчика, а фирма «D-Tech» обеспечила изготовление и поставку ИС. Планируется изготовление аналогичной однокристальной ИС для многотарифных трехфазных счетчиков и их «интеллектуальных» вариантов.

Обе ИС имеют встроенный источник опорного напряжения (ИОН), требуют минимального количества навесных элементов, снабжены системой автокомпенсации внешних воздействий, гарантирующей стабильность параметров во всех условиях эксплуатации и ее поддержание в течение всего срока службы, что позволяет значительно увеличить межповерочный интервал счетчиков.

Нашими зарубежными партнерами в настоящее время ведется работа по сертификации ИС в Общеевропейском стандарте. К микросхемам уже проявили интерес ведущие фирмы Германии, Австрии, Швейцарии, Италии и Франции. В конце 1996 года эта работа отмечена международной премией.

Для снижения стоимости электронных счетчиков электрической энергии мы подготовили к производству ряд недорогих, функционально законченных, не требующих дополнительной настройки печатных плат счетчиков, на которые устанавливаются бескорпусные и безвыводные элементы по гибридной технологии или методом «поверхностного» монтажа с общей герметизацией силиконовыми покрытиями.

Применение таких плат позволит значительно увеличить надежность и стабильность параметров счетчиков электрической энергии, а также уменьшить парк оборудования, необходимого для их настройки и поверки.

Все счетчики имеют оригинальные экономичные источники питания, которые не боятся «провалов и пропаданий» напряжения, регламентируемых ГОСТами. Трехфазные счетчики сохраняют точность измерений при пропадании одной или двух фаз напряжения сети. Потребляемая счетчиками мощность не превышает 1 ВА на фазу.

В заказных счетчиках возможно прецизионное измерение всех видов энергии, текущего значения

мощности, измерения напряжений и токов сети, сдвига фаз между ними, измерения коэффициента мощности и других необходимых энергетикам параметров и характеристик энергосети.

НПФ «Прорыв» приглашает желающих принять участие в реализации данной Программы: в разработке новых изделий, в постановке их на серийное производство или в долевом финансировании работ на взаимовыгодных условиях

Автоматизация учета электрической энергии в России и за рубежом

В.В.ТУБИНИС, зам. начальника Главгосэнергонадзора России

Введение

Процесс производства электрической энергии характеризуется неразрывностью во времени с процессом ее потребления. Для производства электроэнергии энергоснабжающие организации вынуждены предварительно вкладывать средства в покупку топлива. Это определяет остроту проблемы своевременной и точной организации взаиморасчетов за электроэнергию. При этом непрерывный характер производства и реализации требует в пределе непрерывной организации соответствующей оплаты. Чтобы максимально приблизиться к этой идеальной форме взаимных расчетов между энергоснабжающими организациями и потребителями практически во всех развитых странах широко применяются современные метрологически аттестованные автоматизированные системы контроля, учета и управления электропотреблением (АСКУЭ).

Средства инструментального обеспечения АСКУЭ должны позволять производить сбор и оперативную дистанционную передачу по различным каналам связи на диспетчерские пункты энергоснабжающих предприятий всего необходимого объема данных для оперативного контроля и коммерческих расчетов потребления электроэнергии по многоставочным, дифференцированным по времени суток или сезонам тарифам любой сложности с использованием современной вычислительной техники.

Благодаря оперативному и одновременному контролю со стороны энергоснабжающей организации и потребителя появляется возможность применения бесконфликтной безакцептной формы взаиморасчетов с автоматической выпиской и доставкой счетов каждому абоненту. Ускорение банковских операций, достигаемое благодаря применению безакцептной формы расчетов за электроэнергию, позволяет компенсировать затраты на создание и эксплуатацию АСКУЭ.

Другой функцией АСКУЭ является осуществление с ее помощью целенаправленного регулирования режимов энергопотребления в целях энергосбережения. Необходимость такого регулирования обусловлена значительной разницей между пиком нагрузки и ночным провалом в энергосистемах, недостаточной регулирующей возможностью тепловых электростанций и АЭС для покрытия переменной части графиков нагрузки, неблагоприятной тенденцией снижения доли маневренных мощностей в энергосистемах, вызванной укрупнением энергоблоков, значительными капитальными и энергетическими затратами, связанными с сооружением и эксплуатацией пиковых агрегатов, технической возможностью и экономической целесообразностью искусственного выравнивания графиков нагрузки.

Структуры электропотребления в значительной степени определяют и особенности построения АСКУЭ. Если в России, где в балансе электропотребления энергосистем преобладающий удельный вес (до 70%) занимает потребление промышленных предприятий, система АСКУЭ сориентирована в основном только на них, то в развитых капиталистических странах, где удельный вес (до 60%) занимает потребление коммунально-бытовых потребителей, системы АСКУЭ в значительной степени ориентированы именно на таких массовых потребителей. В этих странах широко используются различные системы массового управления такими

потребителями (по силовой сети, по радио и др.).

В то же время в России из-за малого удельного веса в балансе потребления электроэнергии коммунально-бытовыми потребителями (не более 10-20%) такие системы до последнего времени не использовались.

Планомерные работы по созданию АСКУЭ в энергосистемах России начались в 1986 году, но в связи с низкими ценами на энергоносители, использованием простейших тарифов на электрическую и тепловую энергию, жестким централизованным государственным управлением энергетикой в рамках монопольной единой энергосистемы страны и финансированием развития отрасли за счет госбюджета, а не за счет тарифов, как это принято в большинстве стран с рыночной экономикой, ни у энергосистем, ни у потребителей энергии серьезной экономической заинтересованности в АСКУЭ не было. Работы по их созданию велись очень медленно, и по состоянию на 01.01.93 только в 14 российских энергосистемах из 70 были внедрены первые очереди (фрагменты) АСКУЭ.

В настоящее время во многих энергосистемах России создаются (а в ряде энергосистем уже внедрены первые очереди) современные метрологически аттестованные автоматизированные системы контроля, учета и управления электропотреблением.

При создании АСКУЭ наибольшее распространение получили автоматизированные информационно-измерительные системы, выпускавшиеся в СССР Вильнюсским заводом электроизмерительной техники (ВЗЭТ), а ныне предприятием ГП «Системы учета энергии» на базе того же ВЗЭТа: (ИИСЭ-3, ИИСЭ-4 и др.), и Киевским АП «Росток» (ЦТ-5000) и др., устанавливаемые у потребителей энергии и на объектах ЭС.

Следует отметить, что применение в границах одной ЭС различных типов ИИС приводит к существенным усложнениям в организации иерархической системы ССПИ, так как каждый тип ИИС имеет свой оригинальный протокол обмена с центральной ПЭВМ.

Автоматизированные системы учета электроэнергии для промышленных потребителей

В России и за рубежом у промышленных потребителей для автоматизации измерения, сбора, предварительной обработки, хранения и выдачи в каналы связи и передачи по ним данных об электроэнергии и мощности на уровни иерархии управления АСКУЭ используются следующие технические средства:

- индукционные и электронные трехфазные счетчики активной и реактивной электроэнергии, доукомплектованные или имеющие встроенные (электронные счетчики) специальные датчики импульсов;
- информационно-измерительные системы (ИИС) и устройства сбора данных (УСД), обеспечивающие сбор, обработку, накопление, хранение и передачу через каналы связи на верхний уровень управления информации о расходе электроэнергии и мощности в контролируемых точках;
- технические средства системы сбора и передачи информации от ИИС до средств обработки информации, включая каналы связи, модемы, устройства коммутации сигналов и т.д.

Как отмечалось выше, автоматизация получения информации для коммерческого учета выработки и потребления электроэнергии и мощности может быть обеспечена только по данным счетчиков (индукционных или электронных), информация с которых в виде импульсов должна поступать в специальные устройства, обеспечивающие сбор, обработку, хранение, отображение и передачу обработанной информации по каналам связи на верхние уровни управления.

В целом такие устройства, выполненные на базе современной микропроцессорной техники, получили название информационно-измерительных систем (ИИС) и устройств сбора данных (УСД). Все виды ИИС и УСД проходят метрологическую аттестацию и приемку органами Госстандарта, как средства коммерческого учета электроэнергии, и имеют защиту от несанкционированного доступа.

Кроме необходимых вычислительных функций и функций архивирования данных, ИИС, как правило, могут выполнять также функции управления нагрузкой путем сигнализации и переключении. На базе современных ИИС и УСД могут образовываться локальные и многоуровневые автоматизированные системы контроля, учета и управления электропотреблением (АСКУЭ), которые предполагают наличие центральной вычислительной системы, расположенной на пункте управления и периодически опрашивающей по каналам связи периферийные системы, расположенные на контролируемых объектах.

Производственные мощности российских заводов в состоянии перекрыть любые потребности России и

стран бывшего СССР в автоматизированных системах учета. Уже сегодня такие системы производятся на двух предприятиях г. Пензы (системы серии «Энергия» и «Ток»), нескольких предприятиях г. Москвы и Подмосковья (системы МСУВТ В11, «Нейва-ТК-16» и «Телескоп»), нескольких предприятиях г. Санкт-Петербурга (системы «Мавр», «Мавр-102», сумматор СПЕ541) и в г. Невинномыске (сумматор ЦТ6801). Практически закончены и готовятся к серийному производству автоматизированные системы в гг. .Екатеринбурге («Пчела»), Пятигорске («Поток»), Владимире (Сикон-С!) и некоторых других.

Несмотря на обилие отечественных систем учета отдельные потребители нефтегазового комплекса и мощные энергосистемы ведут закупки таких систем и за рубежом, которые по цене в несколько раз дороже российских. Известны случаи закупки автоматизированных систем в Швейцарии — (у фирмы «Ландис и Гир») и в США — (у фирм «Моторола» и АББ), в Белоруссии и на Украине, что косвенно свидетельствует об их неудовлетворенности надежностью и техническими возможностями отечественных систем учета.

На территории бывшего СССР ИИС выпускаются в Литве, на Украине и в Белоруссии.

В Литве на бывшем ВЗЭТ с 1993 года серийно выпускается система ЦТ-6001 мс (ИИСЭ-5). Этот компактный микропроцессорный контроллер (306x276x150), обладает всеми свойствами малой ИИС и может в значительной степени служить прототипом других разрабатываемых ИИС и УСД.

На Украине на ПО «Росток» (бывший «Точэлектроприбор») разработана новая система ЦТ-5001, отличающаяся от ЦТ-5000 большими функциональными возможностями (количество точек учета — до 128), новой конструкцией, наличием дисплейной станции в составе ЦТ-5001, передачей информации по коммутируемым или выделенным телефонным или телеграфным каналам и каналам интерфейса ИРПР или ИРПС.

В Белоруссии предприятием «Грант» в г. Гродно начат выпуск системы СИМЭКС — ИИС (в настоящее время эта система уже морально устарела – примечание А. П.) многоуровневого контроля, предназначенной для построения иерархических сетей учета выработки, распределения и потребления электроэнергии. Система рассчитана на прием до 256 датчиков импульсов (точек учета) от 16 УСД, каждое из которых в свою очередь обеспечивает прием информации от 16 счетчиков.

В настоящее время в России находятся в эксплуатации более 5500 комплектов ИИС.

Анализ параметров и характеристик ИИС, проведенный в 1996 году, позволяет сделать следующие выводы:

- за 20 лет с начала выпуска техническая идеология ИИС претерпела значительные изменения и продолжает совершенствоваться;
- технические характеристики ИИС отличаются не только количеством обслуживаемых точек учета и возможностями организации каналов связи для передачи данных на верхние уровни управления, как это было ранее (до 1995 года), но и постоянно увеличивающимся объемом использования в них цифровых технологий обработки информации, способами ее хранения и все возрастающей универсальностью для применения сложных многоставочных дифференцированных тарифов;
- все выпускаемые и готовящиеся к производству изделия могут быть метрологически аттестованы, а внутренние часы аппаратуры (таймер) позволяют учитывать различные тарифные зоны;
- все выпускаемые и готовящиеся к производству устройства способны образовывать локальные АСКУЭ на объектах, в том числе имеющие внутреннюю, иерархическую структуру;
- большинство устройств имеют средства передачи информации по каналам связи и позволяют создавать иерархические структуры АСКУЭ ЭС;
- выпускаемые промышленностью ИИС являются достаточно сложными микропроцессорными устройствами, и для их надежной работы требуется постоянное обслуживание квалифицированными специалистами;
- большинство ИИС, предназначенных для промышленных предприятий, не позволяют построить на их основе экономически приемлемую АСКУЭ для бытовых потребителей (большой срок окупаемости затрат на создание АСКУЭ-быт, малое число точек учета, необходимость выделения специальных каналов связи, необходимость постоянного эксплуатационного обслуживания систем и каналов связи, отсутствие в их составе устройств расчета за потребленную электроэнергию, отключения неплательщиков и т.д.).

Первые отечественные системы (ИИСЭ1-48) состояли из счетчиков с датчиками импульсов, напрямую соединенными двухпроводными линиями связи с центральным вычислительным устройством (ЦВУ), в память которого были предварительно введены на заводе при изготовлении все расчетные коэффициенты цен импульсов, используемых в системе счетчиков (коэффициенты трансформации ТТ и ТН, постоянные счетчиков

и т.п.), а также программа обработки информации по расчетным группам. Информация накапливалась в виде нарастающего итога числа принятых импульсов.

Система могла осуществлять нарастающий итог потребления энергии по фиксированным на заводе-изготовителе расчетным группам, осуществлять дифференцированный по трем зонам суток учет и фиксировать максимум потребляемой мощности по двум временным зонам суток.

Недостатки: большой расход кабельной продукции; необходимость обнуления и перезапуска системы при обрыве связи на любом участке внутри системы с участием Госстандарта; необходимость для проверки правильности работы системы списывать вручную показания счетчиков и сравнивать расход энергии, подсчитанный вручную, с автоматизированным итогом; необходимость внутреннего перемонтажа системы наладчиками или заводом-изготовителем при любых изменениях схемы учета, состава расчетных групп, коэффициентов трансформации ТТ и ТН; невозможность использования тарифов, дифференцированных более чем по трем зонам суток, и ряд других, менее существенных.

Более поздние конструкции отечественных систем последовательно и планомерно ликвидировали недостатки первых систем. Приблизительно в том же ключе развивались и зарубежные системы.

В составе ИИС появились УСД, которые вначале только группировали импульсы от группы счетчиков (до 16-64 шт.) и передавали их к ВУ в уплотненном виде по одной паре проводов, значительно уменьшая расход кабельной продукции (например, ИИСЭ-2), а затем получили собственную буферную память, АЦП, информационные табло и собственные средства передачи информации на ВУ по различным каналам связи (коммутируемый телефон, радио и т.п.), а не только по физической паре проводов, превратившись по сути дела в минисистему цехового учета электроэнергии (например. Пензенская КТС «Энергия», Вильнюсская КТС-3).

Изменение коэффициентов ТТ и ТН, конфигурации самих систем достигалось в них перепрограммированием с пульта без каких бы то ни было монтажных работ.

Затем в составе ИИС программным путем стали вычисляться показания счетчиков, и в центральном ВУ всегда можно было их посмотреть и убедиться, что система работает правильно, сравнив их с реальными показаниями счетчиков на местах установки.

Однако все эти системы по-прежнему реализовывали все те же трехзонные тарифы, измеряли максимум потребляемой мощности в зонах утреннего и вечернего пиков нагрузки энергосистем, а иногда еще один дополнительный максимум в «плавающей» зоне.

Чтобы сделать системы универсальными в части использования любых тарифов, в последних моделях был изменен способ хранения информации: она стала храниться и в УСД, и в ВУ в квантованном (по 30 минут) виде с метками времени. При этом простым изменением программы обработки информации на ВУ верхнего уровня (а если потребуется для цехового учета, то и в УСД) эти системы можно адаптировать к любому тарифу, включая дифференцированный по 48 зонам суток (самый сложный из известных мировых тарифов). Этими достоинствами обладают системы серии «ТОК», сумматор СПЕ541, ИИСЭ-5, «Поток», «Телескоп» и некоторые другие. Модернизируются по этой схеме и системы «Энергия».

В последней модификации «Телескопа» разработчики обещают реализовать возможность использования различных тарифов по каждой расчетной группе.

Обладают этими способностями и зарубежные системы фирмы «Ландис и Гир», внедренные в последнее время в системе Мосэнерго.

Дальнейший прогресс просматривается во все большем использовании в системах ИИС цифровых технологий обработки информации. Появляющиеся в последнее время электронные счетчики оснащаются наряду с импульсными уже и цифровыми выходами. Интересно отметить, что в ИИС с использованием счетчиков с цифровым выходом, имеющим собственную буферную память, УСД существенно упрощаются и опять становятся в основном средством для уменьшения расхода кабельной продукции, то есть по сути мультиплексором.

За рубежом новейшие системы, тысячами эксплуатирующиеся в США и Канаде, имеют АЦП уже прямо на ТТ и ТН. Если АЦП установлен у ТТ и ТН и передача информации осуществляется по волоконно-оптическому кабелю (ВОК), то исчезает проблема погрешностей в кабелях связи датчиков с ЭВМ из-за потерь

напряжения и электромагнитных влияний. Учитывая изоляционные свойства ВОК, датчики могут располагаться на высоком напряжении, что открывает определенные возможности для внедрения новых типов первичных измерителей.

В США на опытном полигоне фирмы АББ установлен современный комбинированный ТТ и ТН для напряжения 400 кВ высотой всего около 2 м, выдающий по ВОК все необходимые для учета, технологического управления и релейных защит цифровые данные.

Фирма «Шлюмберже» создала новейшую систему измерения и передачи информации «МАСКОМ», полностью работающую по цифровой технологии и включающую в себя блок учета на счетчиках типа «Квантум». Понятно, однако, что только для целей учета эти системы у нас никто внедрять не станет; одновременно надо менять на цифровые и все релейные защиты, что в настоящее время нашим энергосистемам не по карману.

Автоматизированные системы учета электроэнергии для бытовых потребителей

Экономическая целесообразность внедрения АСУ у бытовых потребителей

Преимущества организации учета при помощи автоматизированных систем общеизвестны, и такие системы долгие годы применяются как за рубежом, так и в России, на средних и крупных промышленных предприятиях. Кроме функций учета они обычно также осуществляют контроль и управление электропотреблением на этих предприятиях. Основной экономический эффект от применения этих систем для потребителя состоит в уменьшении платежей за используемую энергию и мощность, а для энергокомпаний — в снижении пиков потребления и уменьшении капиталовложений на наращивание пиковых генерирующих мощностей.

Относительное низкое потребление электроэнергии средним бытовым абонентом и многочисленность этих абонентов делают экономически нецелесообразным простой перенос автоматизированных систем учета, используемых на промышленных предприятиях, даже в многоквартирные городские дома, не говоря уже о сельской местности. Они просто не окупают себя.

Почти все счетчикостроительные компании мира много лет работали над созданием простых, надежных и «дешевых» систем для бытовых потребителей, но большинство этих разработок так и не вышли за порог исследовательских центров.

Правда, Москва приняла решение об оснащении новых многоквартирных домов системами, когда каждый счетчик имеет датчик импульсов; от него по двум проводам эти импульсы собираются на УСД в каждом подъезде, а затем на центральный вычислительный блок с модемом и радиостанцией для связи с ВЦ. Все это для того, чтобы раз в месяц снять показания счетчиков и выписать счета абонентам!

Московский Энергосбыт приводил расчеты, что такая система может окупиться, если на нее дополнительно подключить учет воды, газа, противопожарную и охранную сигнализацию квартир. Сейчас все это запускается под учет электроэнергии, что выгодно лишь производителям и наладчикам систем. От этого рано или поздно придется отказаться, если не по экономическим соображениям, то по соображениям низкой надежности.

На Западе в последние годы ряд ведущих фирм в области учета («Шлюмберже», «Ландис и Тир» и др.) начали серийный выпуск специализированных ИИС для бытовых потребителей, отличающихся от промышленных целым рядом важных специфических особенностей, основным из которых является использование для передачи информации и команд управления нагрузкой и тарифными механизмами счетчиков силовой сети.

Итальянская оптимизированная система дистанционного снятия данных и телеуправления по силовой сети — MITOS (Meter Integrated Telemanagement Optimised System).

Центром разработки систем дистанционного телеуправления энергопотреблением и заводом фирмы «Шлюмберже», расположенными в г. Милане (Италия), разработана и серийно выпускается оптимизированная система дистанционного снятия данных и телеуправления по силовой сети — MITOS (Meter Integrated Telemanagement Optimised System), представляющая собой новейший комплекс технических средств для энергосбытовых организаций, автоматизирующих их работу с бытовыми потребителями электроэнергии.

При разработке системы MITOS использовались два основных подхода: система должны быть окупаемой и обеспечивать повышенную надежность функционирования. Она отвечает этим требованиям, представляя собой законченный ряд устройств модульной конструкции, приспосабливаемых под конкретные нужды энергосбытовой организации.

Система обеспечивает двусторонний обмен данными по проводам электрической сети низкого напряжения (на одной ступени трансформации) между традиционными индукционными одно- и трехфазными счетчиками одно- и двухтарифной системы, дополненными специальными электронными компонентами и элементами системы. Компоненты системы встраиваются в корпуса счетчиков только изготовленных фирмой «Шлюмберже». Помимо дистанционного снятия показаний система обеспечивает такие функции, как выявление хищений электроэнергии, дистанционное отключение и подключение абонента, переключение тарифов, управление энергопотреблением абонента и т.п. Все элементы системы могут быть переконфигурированы дистанционно. Модульность системы позволяет оптимизировать ее архитектуру, обеспечивая наименьшие расходы при установке и эксплуатации.

Варианты построения системы, удовлетворяющие различным нуждам пользователя:

ЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ АРХИТЕКТУРА - для густонаселенных районов.

Включает установленные в корпусах счетчиков интерфейсные модули, один концентратор на каждый распределительный трансформатор и центральное оборудование. Централизованная архитектура позволяет энергосбытовой организации управлять работой всей системы с центрального пункта, избегая необходимости нанесения визита в жилище абонента и к местам установки концентраторов.

ПОЛУЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ АРХИТЕКТУРА — более удобная для работы с коммерческими абонентами (мелкомоторная группа). Может служить основой для создания полной системы телеуправления.

Включает установленные в корпусах счетчиков интерфейсные модули, необходимую инфраструктуру (один концентратор на каждый распределительный трансформатор). Функции управления и конфигурирования выполняются специальной программой портативного компьютера, соединенного с последовательным портом концентратора.

Полуцентрализованная архитектура позволяет энергосбытовой организации производить измерения, минимизируя расходы на центральное оборудование, избегая необходимости нанесения визита в жилище абонента и посещая только места установки концентраторов с портативным компьютером.

ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННАЯ АРХИТЕКТУРА - для применения в местах с низкой плотностью счетчиков электроэнергии.

Включает установленные в корпусах счетчиков интерфейсные модули и приставки. Функции управления и конфигурирования выполняются специальной программой портативного компьютера, соединенного с помощью специального интерфейса с любой доступной точкой электрической сети (подключение через любую розетку в той сети, где имеются счетчики, снабженные интерфейсными модулями).

Децентрализованная архитектура позволяет производить дистанционное снятие показаний счетчиков и управление энергопотреблением, решая проблему доступа в жилища абонентов.

Рациональность капиталовложения:

- использование одной системы вместо ряда различных приборов (таймеров, многотарифных счетчиков, переносных терминалов для снятия показаний со счетчиков, приемников системы управления энергопотреблением по импульсным сигналам);
- сглаживание пиков графика потребляемой мощности при увеличении среднего потребления;
- относительно низкая стоимость системы (от 60 долларов США на счетчик!).

При производстве компонентов этой системы в России эта цена может быть уменьшена как минимум в 2 раза.

Фирмой «Ландис и Гир» начато производство системы DATAGIR AMDES с двусторонней передачей информации по силовой сети, аналогичной системе «MITOS».

По последней информации, полученной от фирмы «Шлюмберже», один из ее заводов в Португалии также начал выпуск систем типа «MITOS».

Начаты работы в этой области и в России.

Очень перспективные и интересные разработки ведутся в Энергосбыте Мосэнерго по системе сбора информации от электросчетчиков по силовой сети, очень похожей на итальянскую «MITOS», которую поддерживает Московский завод электроизмерительных приборов (МЗЭП) и Мытищинский электротехнический завод (МЭТЗ). Уже начата опытная эксплуатация системы в одном из московских жилых домов.

Технические средства управления нагрузкой потребителей

Технические средства управления потребителями электроэнергии на тональных частотах по силовой сети выпускаются многими широко известными фирмами — такими как «Шлюмберже», «Ландис и Гир», «Сименс», «Броун Бовери Компании, а также некоторыми менее известными специализированными фирмами, как «Цельвегер» (Швейцария) и «Вальмет» (Финляндия).

Принципиально все эти системы мало отличаются друг от друга и фактически являются различными модификациями разработки «Броун Бовери Компани» конца 40-х годов. Системы различных фирм отличаются конструктивным исполнением различных элементов и способами кодирования управляющих сигналов.

Для ввода управляющих сигналов в данных системах на напряжении 10, 35 и 110 кВ требуются довольно дорогостоящее оборудование и реконструкция подстанций, но при этом приемники управляющих сигналов из сети 220 В получаются довольно дешевыми и их стоимость сопоставима со стоимостью управляющих электрических контактных часов, используемых в системах дифференцированного по зонам суток учета электроэнергии.

В Великобритании для целей массового управления коммунально-бытовыми потребителями электроэнергии используются системы радиодистанционного управления типа SRT (Sangamo Radio Teleswitch).

Отличительной чертой данной системы является относительная дешевизна аппаратуры ввода управляющих сигналов на длинноволновых государственных радиостанциях, но при этом радиоприемные устройства получаются более дорогими. Тем не менее энергокомпании Великобритании считают, что эта система позволяет с меньшими затратами осуществлять эффективное управление электропотреблением по сравнению с управлением по силовой сети.

Разработки системы типа SRT велись с 1976 по 1983 годы. В 1983-1985 годах была проведена опытная эксплуатация данной системы, а с мая 1985 г. началось серийное производство и промышленная эксплуатация данной системы.

Действующая в настоящее время в Великобритании система радиоуправления (SRT) является совместной собственностью Электрической Ассоциации (ЕА) и Би Би Си (BBC). Продажа лицензии на эту систему возможна только при согласии обеих сторон.

ЕА имеет договор с 4-м каналом BBC, по которому платит ей за передачу управляющих сигналов и эксплуатацию центрального передающего оборудования.

Три радиопередающих центра 4-го канала BBC в Великобритании перекрывают друг друга, и если со стороны одного из них прием сигналов ослаблен, то с противоположной стороны (от другого радиопередатчика) он, как правило, достаточный. Для всей территории страны практически достаточно и двух передающих центров, так что с остановкой любого из трех центров на ремонт никаких проблем не возникает и система SRT продолжает успешно функционировать. По результатам замеров уровня радиосигнала 4-го канала -BBC на всей территории Великобритании от расположенного в центре страны (г. Дройтвич) радиопередатчика уровень изменялся от 25 милливольт/метр в центре страны до 5 милливольт/метр в самых окраинных точках, в то время как для надежного срабатывания радиопереключающего устройства достаточен уровень сигнала всего 0,1 милливольт/метр.

Радиопереключающее приемное устройство типа RTA для системы SRT имеет возможность быть закодированным одним из 16 региональных (по числу региональных распределительных энергокомпаний) и одним из 256 групповых кодов. По информации фирмы, количество этих кодов может быть увеличено, но в

настоящее время достаточно и этого количества, чтобы избирательно управлять электропотреблением в любом из 16 регионов Великобритании путем отключения и включения 256 различных групп потребителей, оснащенных данными радиопереключающими устройствами. Встроенные в устройство контакторы могут управлять нагрузкой потребителя и переключением тарифного механизма электросчетчика по различным программам.

Из более чем 22 миллионов бытовых потребителей Великобритании сегодня только 2 миллиона управляются по радио; разработаны планы на ближайшие 2 года увеличить их количество до 5 миллионов.

Исследования, проведенные ЕА, показали, что при выборе методов управления массовыми потребителями (при помощи циркулярного телеуправления по силовой сети, при помощи электрических часов или при помощи радио) радиоуправление — самая экономичная система.

ЕА централизованно закупает и ее персонал сам устанавливает у потребителей радиопереключающие устройства системы SRT. Плата за установку, включая монтажный провод, как правило, входит в оплату за электроэнергию с рассрочкой на год. При этом разница в оплате за электроэнергию у потребителей, оснащенных радиопереключающими устройствами, и потребителей не имеющих таковых, незначительна из-за высокой стоимости электроэнергии.

Надежную работу радиопереключающих устройств и их бесплатный ремонт заводы-изготовители гарантируют в течение 15-20 лет. При выходе из строя радиопереключающего устройства потребитель должен сам обратиться за помощью в ЕА.

Ведутся работы по радиоуправлению и в России.

В Энергонадзоре «Воронежэнерго» по опытной системе радиоуправления в диапазоне УКВ отключают и включают электрокотлы на животноводческих фермах. Работа по созданию системы радиоуправления электропотребителями проводилась за счет собственных средств «Воронежэнерго». Основной предпосылкой этой работы послужило проведенное технико-экономическое исследование различных способов управления электропотребителями. Расчетная годовая экономическая эффективность по Воронежской области составляет более 40 млрд. руб. (по ценам 1996 года).

Воронежская система автоматического регулирования нагрузкой энергосистемы (САРНЭ) позволяет по каналам радиовещания дистанционно включать и отключать электрооборудование.

САРНЭ содержит:

1) Устройство формирования сигналов управления нагрузкой энергосистемы, подключаемое через коммутатор на модуляционный вход радиопередатчика Первой программы радиовещания. Устройство формирования сигналов управления устанавливается на радиопередающем центре.

Передаваемые сигналы не выходят за пределы радиопомех, установленные ГОСТом 11515-75 для систем радиовещания.

2) Устройство декодирования и управления, подключаемое на НЧ выход серийного вещательного радиоприемника, устанавливаемого у потребителей электроэнергии. Устройство имеет исполнительный механизм для включения или отключения электрооборудования, силовые цепи которого имеют оптронную развязку от радиоцепей.

Радиовещание выбрано по принципу наиболее полного охвата территории страны (более 90% населенных пунктов, по данным 1985 года).

Практически в каждом районном центре области или края имеются станции, принимающие первую программу центрального радиовещания от областных радиопередающих центров непосредственно или через систему ретрансляторов.

Таким образом, имеется реальная возможность охватить автоматическим управлением практически все электротермическое оборудование областей, краев нашей страны и придать системе вещания дополнительные функции без развертывания специальной сети передатчиков и без выделения специальных полос радиочастот.

Первая программа радиовещания выбрана по условиям удовлетворения временем ее работы (с 6 до 24 часов).

По данным годовых отчетов, в настоящее время общая мощность электронагревательных установок в России составляет порядка 20 млн. кВт. При этом, однако, суммарная мощность данных установок, оснащенных аккумуляционными устройствами и автоматикой, исключающей их работу в часы максимальных нагрузок энергосистем, составила около 4,0 млн. кВт или 20% от общей мощности.

Мировой опыт свидетельствует о том, что во всех странах с рыночной экономикой энергоснабжающие организации, используя в основном экономические механизмы, повсеместно добиваются более высокой степени оснащения потребителями своих электротермических установок аккумуляционными устройствами (до 60 - 80%). При достижении аналогичной 60-процентной оснащенности в России можно было бы уменьшить максимум нагрузки на величину до 8 млн. кВт, что весьма актуально на фоне практического отсутствия вводов новых генерирующих мощностей в последние годы.

Системы предоплаты

Особенно трудной при организации расчетов с потребителями электроэнергии является проблема расчетов с мелкими и наиболее массовыми потребителями в сфере быта, где не применимы стандартные приемы, используемые при расчетах с промышленными потребителями: выставление авансовых счетов, безакцептная форма расчетов и др. В некоторых зарубежных странах (Великобритания, Южная Африка и др.) эта проблема успешно решается путем применения счетчиков с предоплатой, однако их разработка и применение в России до последнего времени сдерживается низким удельным весом потребления электроэнергии на бытовые нужды в общем балансе потребления страны (менее 12%), низким уровнем тарифов для наиболее массовых бытовых и сельских потребителей, дотирующихся за счет промышленности.

В целом по России с ее малым удельным потреблением электроэнергии населением экономическая целесообразность широкого внедрения систем предоплаты, ориентированных в основном именно на население, выглядит достаточно спорной. Однако в отдельных энергосистемах, где доля населения превышает 20 - 25%, после снятия дотационных компенсаций за счет промышленности и соответствующего роста тарифов для населения и сельского хозяйства можно с достаточной уверенностью утверждать, что внедрение таких систем экономически оправдается.

Это подтверждается тем, что некоторые энергосистемы за свой счет уже начали разработку отечественных счетчиков с предоплатой, используя высокий научно-технический потенциал конверсионных оборонных предприятий. Работают в данном направлении в гг. Санкт-Петербурге, Челябинске, Нижнем Новгороде, Саратове, Новосибирске и др.

Опыт Великобритании по применению систем предоплаты за электроэнергию

Наиболее динамично система предварительной оплаты развивается в Великобритании, где в настоящее время уже эксплуатируется несколько миллионов счетчиков с предварительной оплатой. Начиналось все в начале 60-х годов с монетного индукционного счетчика фирмы «Ферранти», который стоил 100 фунтов и был рассчитан на службу в течение 10 лет. Учитывая то, что монетные сборники счетчиков, рассчитанные на 2000 монет, приходилось менять один раз в 2 - 3 месяца и их очень часто взламывали квартирные воры, в 70-х годах их производство было прекращено.

Затем вместо монет в счетчиках похожей конструкции стали использоваться пластмассовые жетоны и магнитные карточки одноразового использования, которые продавались во всех почтовых отделениях и в сети розничной торговли. Для стимулирования их продажи действует правило: чем больше жетонов или карточек продавец покупает для последующей продажи потребителям, тем больший процент с продажи он получает. Жетоны и карточки продаются также во всех отделениях региональных распределительных энергокомпаний.

Существенным недостатком электросчетчиков с предварительной оплатой при помощи жетонов является возможность подделки жетонов и отсутствие у энергокомпаний обратной связи о состоянии расчетов за электроэнергию по конкретным плательщикам. Защищенность магнитных карточек от подделки на порядок выше, чем у жетонов, хотя зарегистрированы и случаи подделки магнитных карточек, но обратная связь о платежах за электроэнергию по конкретным плательщикам при этом также отсутствует.

В 1987 г. был изобретен электронный счетчик с предварительной оплатой при помощи электронного ключа многоразового использования. Подделать ключ или изменить записанные на нем данные практически невозможно, и с его внедрением у энергокомпаний появилась обратная связь, позволяющая с помощью ЭВМ контролировать состояние платежей за электроэнергию по каждому плательщику.

В настоящее время в Великобритании внедряются вновь и для замены жетонных счетчиков только счетчики с электронным ключом многоразового использования. Счетчики с предварительной оплатой при помощи магнитных карточек больше английскими энергокомпаниями не закупаются и у потребителей не устанавливаются.

Каждый электронный ключ имеет индивидуальный код, и на нем кодируются параметры потребителя и объем произведенной предварительной оплаты или открытого кредита.

Наибольшее распространение сегодня эти счетчики получили в Лондоне и его окрестностях, где легче организовать доступ потребителей к центральным аппаратам зарядки ключей и кредитования. Поступают эти счетчики и в другие крупные города.

В Великобритании широко используются счетчики с предварительной оплатой при помощи электронного ключа фирмы «Шлюмберже», которая производит их на своем заводе в г. Фаликстоу (бывшая фирма «Сангамо»).

Известные счетчикостроительные гиганты «Ландис и Гир» и «Сименс» также производят на своих заводах счетчики с предварительной оплатой различных систем.

Английские энергосистемы большое внимание уделяют соблюдению прав потребителей. Так, например, счетчик предупреждает звуковым сигналом потребителя о скором использовании оплаты и возможном обесточивании, вынуждая потребителя квитировать этот сигнал нажатием специальной кнопки и тем самым юридически подтверждать принятие предупреждения; не допускает его отключения в ночное время, выходные и праздничные дни, производя соответствующее кредитование. Эта продуманность программного обеспечения и технических решений позволяет энергокомпаниям избегать исков со стороны потребителей в случае их обесточивания по причине несвоевременной оплаты за электроэнергию. В частных разговорах представители английских энергокомпаний говорили, что по законам Великобритании практически невозможно отключить потребителя за неуплату, а счетчик с предоплатой, устанавливаемый потребителю по его личному желанию, реализует это безотказно. Но чтобы потребитель захотел установить у себя такой счетчик энергокомпаниями проводится огромная рекламная и маркетинговая подготовка.

Английские распределительные энергокомпании рекламируют среди потребителей внедрение счетчиков с предварительной оплатой при помощи электронного ключа, подчеркивая следующие их достоинства:

- возможность использования многотарифных систем расчетов любой сложности;
- возможность для потребителя самому управлять расходами за электроэнергию;
- возможность зарядки ключа в любое удобное для потребителя время;
- постоянная информация потребителя о его финансовом положении в оплате за электроэнергию.

Устройства зарядки ключей (УЗ) энергокомпании стремятся расположить таким образом, чтобы от любого потребителя УЗ было удалено не более, чем на 1 милю. Все отделения энергокомпаний в обязательном порядке должны также иметь УЗ и доступ к ним в течение 24 часов. Эти устройства устанавливаются также в общественных гаражах, почтовых отделениях, библиотеках и других надежных (охраняемых) публичных местах. За собранные на каждом УЗ деньги энергокомпания платит владельцу помещения, в котором расположено УЗ, определенный процент с собранной суммы. Все УЗ, как правило, через коммутируемые телефонные каналы связаны с ЭВМ центра сбора информации о поступающих платежах.

Когда действующие тарифы стабильные, система работает хорошо, но проблемы возникают при изменении тарифной системы и необходимости синхронной и быстрой перестройки всех УЗ и счетчиков на новую систему тарифов. Чтобы облегчить решение подобных задач, на электронных ключах могут заранее программироваться предстоящие изменения тарифов, которые затем реализуются встроенными в счетчик часами с календарем.

В среднем англичанин платит за электроэнергию один раз в неделю, а средний размер платежа составляет 10 фунтов. На один ключ единовременно не может быть записана сумма более 250 фунтов.

При первоначальной установке счетчика с ключом потребителю выдается бесплатно один ключ, на котором уже открыт кредит на 10 фунтов (одна неделя потребления). До истечения этого кредита потребитель должен посетить УЗ и зарядить свой ключ в удобном для него объеме.

Опыт Южно-Африканской Республики (ЮАР) по применению систем предоплаты за электроэнергию

Электросчетчик с предоплатой «Кешпауэр 2000»

При внедрении системы предварительной оплаты за электроэнергию в ЮАР с учетом специфики страны используется новая клавишная система передачи платежей при помощи электросчетчика «Кешпауэр 2000», для которого не нужно ни карточек, ни жетонов, ни монет.

Это электросчетчик с предварительной оплатой, в котором с помощью клавишного набора осуществляется продажа электроэнергии в кредит.

Потребитель приобретает электроэнергию (в кВт-ч) в пункте продажи или у уполномоченного дилера и получает «чек передачи кредита» (ЧПК). На нем печатается уникальный номер передачи кредита, действительный только для данного конкретного счетчика и данной операции; чек является одновременно квитанцией при проведении операции.

С помощью клавишного набора потребитель вручную вводит в счетчик 16-значный номер (код) передачи кредита. Скрытая информация, содержащаяся в номере передачи кредита, обрабатывается затем микроконтроллером счетчика. Приобретенные единицы электроэнергии автоматически прибавляются к любому существующему кредитному балансу, и на экране отображается новый кредитный баланс.

Когда записан номер передачи кредита, три светодиода отображения состояния кредита, расположенные в форме секций светофора для регулирования дорожного движения (зеленый, желтый, красный), позволяют потребителю мгновенно определить состояние кредита.

Счетчик предупредит вас, когда закупленная вами электроэнергия будет подходить к концу.

Номер передачи кредита записывается скрыто, то есть приобретаемое количество электроэнергии и другая нужная информация совершенно «невидима», и никто кроме законного покупателя не может интерпретировать, прочесть или использовать ее. ЧПК можно расшифровать или декодировать только с помощью данного счетчика, который использует для этого сложный математический алгоритм, содержащийся в электронном устройстве счетчика.

«Кешпауэр 2000» не признает дважды один и тот же номер. В каждой операции используются различные номера передачи кредита.

Между счетчиком и пунктом продажи нет никакой связи. Каждый счетчик «Кешпаэр 2000» является автономным.

Уникальная система передачи кредита «Кешпауэр 2000» обладает рядом важных преимуществ как для потребителя, так и для поставщика электроэнергии. Использование скрытого алгоритма обеспечивает защиту собственности и оптимальную безопасность — даже при утере ЧПК. Недорогие доступные чеки можно заменять, не боясь дублирования или нанесения финансового ущерба.

Для того, чтобы предотвратить введение потребителем цифр наугад в надежде правильно набрать номер передачи кредита, промежутки между неудачными попытками в «Кешпауэр 2000» постоянно увеличиваются. Это эффективно действует даже на самых настойчивых «экспериментаторов», не позволяя им вывести систему из строя.

Клавишный набор, расположенный на передней панели, является чрезвычайно надежным; с ним так же легко обращаться, как с телефоном. Устройство позволяет регулировать предел отключения от сети питания при повышенном токе, что отвечает ограничению по установленной мощности потребления электроэнергии. На этой панели расположены также без труда понятные пиктограммы и светодиоды для управления работой. Во время эксплуатации норма потребления отображается путем включения светодиода.

Через клавишный набор потребитель может получить доступ к информации, включая наличную сумму кредита, общее количество потребленной электроэнергии, номер счетчика и предел отключения от сети питания при превышении тока потребления.

Имеется также двухкорпусное исполнение счетчика, когда измерительная часть монтируется на лестничной клетке, а панель отображения информации и управления устанавливается непосредственно в квартире. Измерительная часть может включать в себя четыре счетчика одновременно.

Счетчик открыт для дальнейшего усовершенствования.

Изобретателем этой клавишной кредитной трансферной номерной системы является фирма «Спеско», ныне входящая в концерн «Сименс» ,и запатентовавшая ее в Южной Африке и Европе. По ее лицензиям такие счетчики изготавливает на своих заводах в Южной Африке и фирма «Шлюмберже».

Организация предварительной продажи электроэнергии в ЮАР

Успешное внедрение системы продажи электроэнергии с предварительной оплатой зависит не только от электросчетчика, но еще в большей степени от инфраструктуры продажи.

Так как счетчики «Кешпаур 2000» с предварительной оплатой являются автономными приборами, не объединенными в компьютерную сеть, и для них не требуется никаких физических опознавательных знаков, пункты продажи «Кешпауэр 2000» могут работать очень гибко и могут быть сконфигурированы с целью удовлетворения как небольших (менее чем на 1000 потребителей), так и крупных распределителей энергии.

Типовая система продажи состоит из главной станции системы «Кешпауэр 2000» на базе ПЭВМ и блоков выдачи кредита на базе ПЭВМ или регистраторов наличных денег (кассовых аппаратов) на базе ПЭВМ, каждый из которых работает на базе специального программного обеспечения.

Кроме перечисленных стационарных устройств в системе «Кешпауэр 2000» используются также переносные минитерминалы продажи «Пауэр-Венд», поставляемые в комплекте со встроенным принтером номера передачи кредита, модемом и встроенным аккумулятором, имеющие габариты 116x148x301 мм и вес всего 1,8 кГ. «Пауэр-Венд» является многофункциональным терминалом, печатающим как ЧПК, так и свободные ответы. Он позволяет при минимальном риске создать множество пунктов продажи электроэнергии. В ЮАР имеется опыт оснащения ими контролеров энергоснабжающих организаций, осуществляющих с их помощью продажу электроэнергии абонентам. Аккумулятор позволяет осуществить до 200 продаж. Передача данных от «Пауэр-Венда» в главную станцию системы осуществляется через встроенный модем и (или) ПЭВМ типа «ноутбук».

Однако самым перспективным в системе «Кешпауэр 2000» является то, что вся информация, относящаяся к конкретной операции продажи, кодируется своим уникальным номером, который может передаваться через существующие сети передачи данных, включая обычный телефон. При наличии банковского счета абонент может позвонить в банк и купить у него необходимое количество энергии. При этом банк сформирует и сообщит абоненту ЧПК, одновременно списав с его счета необходимую сумму.

Выводы

В настоящее время все технические вопросы создания любых необходимых потребителю ИИС разрешимы с использованием как отечественной, так и зарубежной техники. Вопрос приоритетного развития того или иного направления в области учета определяется только экономической целесообразностью.

Главгосэнергонадзор России при выпуске НТД, путем согласования ТЗ и ТУ на технические средства учета, информации потребителей через свои региональные управления, ТУГЭН, систему информационных писем и печатные издания (в первую очередь — «Вестник Главгосэнергонадзора России») постоянно будет проводить в жизнь передовые идеи в области организации учета электроэнергии, а также оказывать консультационную помощь в этих вопросах всем разработчикам, производителям и потребителям систем учета электроэнергии.

Новые автоматизированные системы учета электроэнергии для бытовых потребителей со сбором информации от электросчетчиков по силовой сети.



Обнаружение дефектов и ошибок в цепях подключения приборов учета электроэнергии

Детлеф Эбель, доктор-инженер, прокурист, менеджер по маркетингу, к.т.н.
МТЕ Митер Тест Экуипмент Корп., Швейцария

Ежегодные финансовые потери энергоснабжающих предприятий, вызванные ошибками в подключении счетчиков, имеют значительные размеры. Существует ряд возможных причин, приводящих к неправильной работе приборов учета во время их эксплуатации.

Нередко такие ошибки не обнаруживают при учете энергии, а иногда их обнаруживают только через много лет. По этой причине происходят значительные потери денежных средств поставщика энергии.

Ниже показано, как с помощью современных недорогих и легко управляемых переносных измерительных приборов можно вовремя обнаружить ошибки в подключении приборов учета. В результате уменьшаются затраты энергосбытовых предприятий и упрощается сервис.

Виды возможных ошибок в цепях подключения

Ошибки в цепях подключения можно разделить на три группы:

- неправильные присоединения;
- нарушение целостности цепей;
- короткие замыкания

Эти ошибки могут возникнуть как при установке нового счетчика, при замене счетчика на новый, более сложный счетчик, так и во время текущей эксплуатации средств учета.

Опыт показывает, что неправильные присоединения возникают прежде всего в случаях, связанных с трехфазными, особенно трансформаторными счетчиками. Наиболее сложную ситуацию мы имеем, когда ведется учет высоковольтной линии, где между счетчиком и измерительными трансформаторами имеются испытательные зажимы, которые служат для замены счетчиков без отключения высокого напряжения.

Нарушение целостности цепей, подведенных к счетчику, возникает прежде всего по причине перегорания предохранителей в измерительных цепях, а также слабых контактов в зажимах или механических повреждений проводов.

Практически редко возникают короткие замыкания в измерительных цепях, если только это непреднамеренные действия. Причиной замыканий может быть поврежденная изоляция вследствие длительного воздействия давления, внешнего тепла или сильного перегрева проводов. Последнее может быть вызвано может быть контактом.

Наиболее часто встречаются ниже перечисленные случаи неправильных соединений:

- размыкание цепи напряжения или тока фаз LI, L2 или L3;
- неправильная полярность напряжения или тока фаз LI, L2 или L3;
- скрещивание цепей напряжений или токов фазы Lie L2, L1 с L3 или L2 с L3;
- неправильный порядок фаз напряжений или токов L2-L3-L1 или L3-L1-L2 вместо L1-L2-L3.

В одной и той же проводке могут одновременно возникнуть две или больше ошибок. Однако это приводит к рассмотрению очень большого количества случаев второго или большего порядка, которые трудно проанализировать.

Потери энергоснабжающих предприятий из-за ошибок в целях подключения приборов учета имеют тенденцию роста по мере увеличения количества устанавливаемых современных многотарифных или четырехквадрантных счетчиков более высокой точности.

Последствия ошибок в цепях подключения счетчиков для энергоснабжающего предприятия

Ошибки при подключении средств учета являются наиболее значительной частью ошибок, возникающих при учете электроэнергии. Сегодня весьма маловероятно, чтобы современный электросчетчик имел погрешность, которая выходит за допустимые стандартами пределы. Это действительно и для счетчиков, которые эксплуатируется уже десятки лет. В Германии и других европейских странах имеются соответствующие результаты ежегодных статистических расчетов на основе испытаний выборок практически всех установленных счетчиков.

С другой стороны, были отмечены случаи, когда последовательные цепи трансформаторного счетчика были подключены неправильно, а счетчик считал в течение двадцати лет только две третьих потребленной энергии. Легко представить, какое большое количество киловатт-часов пришлось энергоснабжающему предприятию вносить в графу сетевых потерь. Таким образом, ежегодно энергоснабжающие предприятия теряют миллионы долларов, евро или рублей от необнаруженных ошибок в цепях подключения приборов учета.

Поэтому в некоторых странах начали систематически проверять измерительную цепь трансформаторных счетчиков. При этом определяется собственная погрешность счетчика, но главное внимание уделяется тому, существуют ли на месте установки приборов учета «нормальные» условия или имеются какие-либо неполадки. К таким неполадкам можно причислить, с одной стороны, например, измеренные, необычные значения напряжения, реактивной мощности илинесимметрии напряжения. С другой стороны, за время эксплуатации счетчика трансформаторы тока могли быть заменены на трансформаторы с другим передаточным числом без отметки на соответствующем щитке счетчика или с ошибкой при подключении к счетчику. Все это раскрывается.

Данный доклад рассматривает метрологические последствия ошибок в цепях подключения с целью обнаружить, как различные ошибки в цепи подключения счетчика повлияют на результаты измерения средств учета.

Исследование ошибок в цепях подключения счетчиков

Были проведены исследования поведения счетчика, а также значений различных электрических величин в случае ошибок в цепи подключения счетчика. Были рассмотрены трехпроводные и четырехпроводные счетчики активной и реактивной энергии. При этом были учтены: 21 случай для четырехпроводных счетчиков и 18 случаев для трехпроводных счетчиков.

Поскольку данные исследования достаточно громоздки, ниже представлена только часть результатов. Рассмотрим прежде всего четырехпроводную и трехпроводную схему измерений активной мощности. Цель была таковой, чтобы проводить исследования при условиях, как можно более близких к реальным. Для этого испытуемый счетчик питали от универсального поверочного стенда с электронным источником нагрузки. Это позволило установить любые некорректные состояния цепей подключения счетчика. Для проведения измерений был использован переносной рабочий эталон, который уже используют некоторое время для разных измерений и поверок счетчиков непосредственно на месте установки.

Эти новые измерительные приборы способны не только измерять с достаточной точностью энергию и определять погрешность испытуемого счетчика, они, кроме этого, имеют ряд дополнительных функций для измерений:

- напряжений (фазных и линейных) токов;
- активных, реактивных и полных мощностей (фазных и суммарных);
- коэффициентов мощности (фазных и суммарных);
- частоты;
- последовательности фаз.

Пример измерений активной мощности в четырехпроводной схеме.

На поверочном стенде были созданы соответствующие случаи ошибки в цепях подключения. Рабочий эталон был включен непосредственно на месте установки испытуемого счетчика таким же образом, как это делается обычно при проведении измерений в электрощите у потребителя. Были записаны и проанализированы результаты измерения, которые были индицированы на дисплее эталона.

На рис. 1 показан правильно включенный четырехпроводный счетчик активной энергии, который испытывается с помощью рабочего эталона.

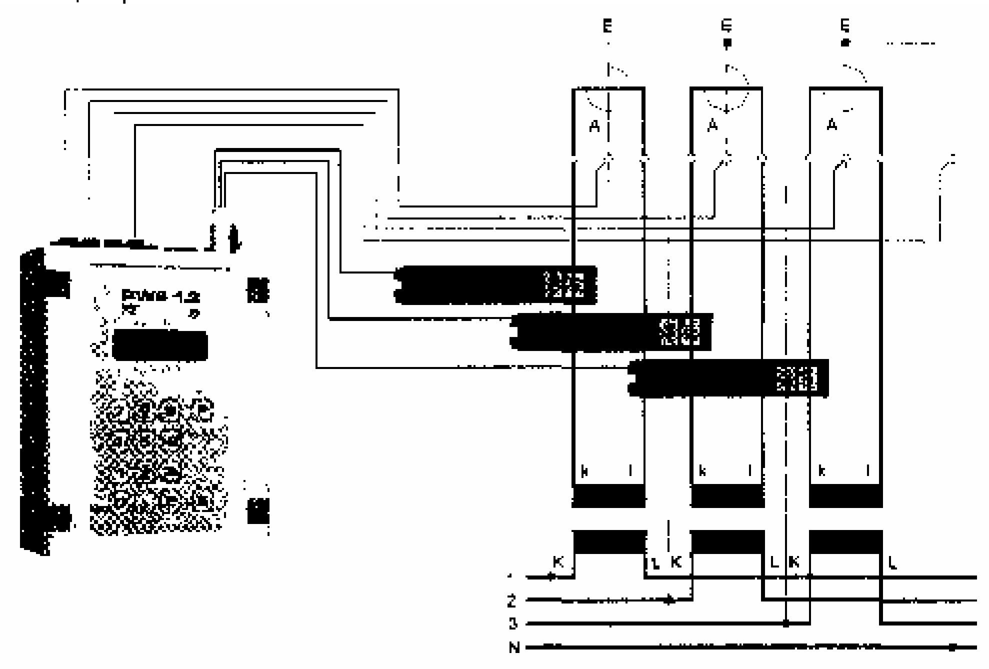


Рис 1 Цепи испытания при правильном подключении испытуемого счетчика

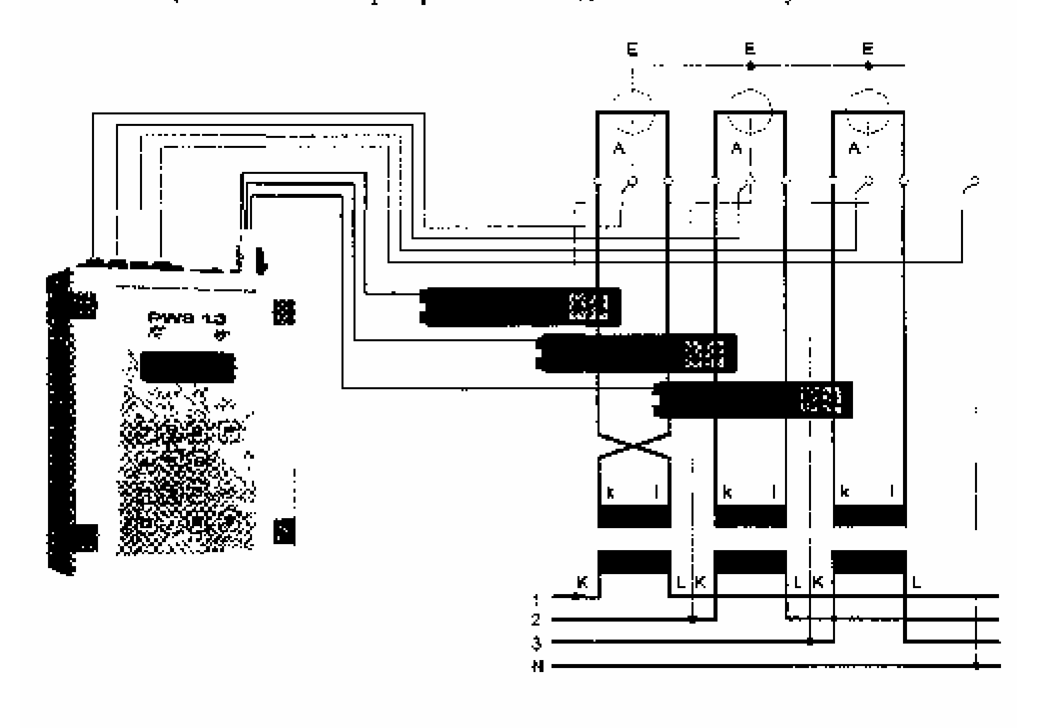


Рис. 2. Цепи испытания в случае неправильной полярности тока в фазе 1

На рис. 2 скрещены провода вторичной цепи трансформатора тока фазы 1. Так как рабочий эталон включен непосредственно вблизи счетчика, то он измеряет то же самое, что и испытуемый счетчик.

Таблица содержит различные значения, показываемые дисплеем рабочего эталона при правильном включении (схема № 1) и в случае 20 возможных неправильных схем измерений (схемы № 2-8). Для исследований был использован счетчик со следующими номинальными значениями: номинальное напряжение

3 x 220 / 380 В, номинальный ток 5 А, частота 50 Гц, коэффициент мощности cosφ=l. Для большей наглядности в таблице приведены не все значения, а для каждого случая неправильной схемы учтены только значения одной фазы. Результаты измерений в других фазах находились в тех же пределах, что и значения для изображенной фазы.

Результаты измерений

Уже из результатов измерений, приведенных в табл. 1, можно сделать обобщенные выводы. Когда осуществляются измерения погрешности счетчика, ни ; в одном случае нельзя однозначно определить, имеет ли место ошибка в цепи подключения счетчика. Эталон и испытуемый счетчик производят измерения одинаковым образом. Полученное большое значение погрешности может иметь причину внутри счетчика, а не из-за внешней ошибки в цепи подключения счетчика. Результаты исследований перечислены ниже.

1. Погрешность счетчика отличается от своего действительного значения в каждом случае ошибки в цепи подключения, однако она не выходит за рамки обычных статистических отклонений. Поэтому в любом случае необходимо проводить дополнительные измерения.
2. Если эталон способен измерять фазные напряжения, то таким путем можно лишь определить, имеются ли все напряжения.
3. Если эталон способен измерять линейные напряжения, то таким путем можно дополнительно обнаружить, есть ли неправильная полярность в одном из напряжений, однако нельзя определить однозначно, в какой фазе.
4. Если рабочий эталон способен измерять токи, то можно однозначно определить отсутствие фазы.
5. Если эталон имеет функцию измерения коэффициента мощности в каждой фазе, то можно определить наличие ошибки. В этом случае либо нет индикации фазного значения коэффициента (если отсутствует напряжение или ток), либо прибор показывает значения коэффициента с отрицательным знаком. Однако и в этом случае недостаточно измерять только коэффициенты мощности для однозначного определения вида ошибки.
6. Результат измерений суммарной мощности является однозначным признаком наличия ошибки в цепи подключения. Однако только в том случае, когда известно, какая мощность должна быть при данной нагрузке.

Таблица Результаты исследования четырехпроводного счетчика активной энергии с помощью рабочего эталона типа PWS 1.3 для разных ошибок в цепи подключения

	Показания рабочего эталона PWS 1.3																	
№№ схемы	U_1 [V]	U_2 [V]	U_3 [V]	U_{12} [V]	U_{23} [V]	U_{31} [V]	I_1 [A]	I_2 [A]	I_3 [A]	cos φ_1	cos φ_2	cos φ_3	P_1 [W]	P_2 [W]	P_3 [W]	$P_{сум}$ [W]	E [%]	последов. фаз
1	220.0	220.0	220.0	381.6	381.7	380.0	4.990	4.999	4.999	1.000	0.999	0.998	1098	1098	1096	3299.2	+ 0.71	правильно
2	---	220.2	220.1	211.7	381.3	229.1	4.980	5.002	4.989	---	0.998	1.000	0	1098	1097	2197.0	+ 2.70	правильно
3	220.2	220.2	220.1	381.0	382.5	380.4	---	4.997	4.994	---	0.999	0.998	0	1099	1100	2199.7	+ 1.44	правильно
4	220.1	220.2	220.1	н. и.	н. и.	н. и.	4.981	4.988	5.008	- 0.998	0.998	0.999	- 1099	1099	1099	1099.0	+ 0.65	правильно
5	220.0	220.1	220.2	221.0	382.0	220.7	4.998	5.004	4.984	- 0.998	0.999	1.000	- 1099	1095	1096	1098.7	+ 4.46	не правильно
6	220.1	220.1	220.0	381.1	380.1	382.2	4.985	4.989	4.997	- 0.534	- 0.475	0.993	- 573	- 508	1097	прибл. 25	1)	не правильно
7	220.2	220.1	220.1	381.2	382.4	380.4	4.999	4.980	5.000	- 0.484	- 0.503	1.000	- 471	- 572	1100	прибл. Схема № 0	1)	правильно
8	220.1	220.1	220.2	н. и.	н. и.	н. и.	4.993	4.988	4.993	- 0.511	- 0.535	- 0.559	- 597	-591	- 589	- 1811.4	1)	правильно

Схема № 1: правильная схема
Схема № 2: разомкнутое напряжение в фазе L1
Схема № 3: разомкнутый ток в фазе L1
Схема № 4: неправильная полярность тока в фазе L1
Схема № 5: неправильная полярность напряжения в фазе L1
Схема № 6: скрещивание напряжений в фазах L2 и L3
Схема № 7: скрещивание токов в фазах L2 и L3
Схема № 8: неправильный порядок фаз напряжений L3 - L1 - L2
н. и. – нет измерения
1) – нет измерения, нет вращения диска

Поэтому необходимо знать значения напряжений и токов и вычислить из них суммарную мощность. В том случае, когда измеренная суммарная мощность достигает двух третьих ожидаемой мощности, тогда отсутствует одна фаза тока или напряжения. В случае, когда суммарная мощность достигает только одной трети, тогда имеет место неправильная полярность в одной фазе по току или напряжению. Когда значения мощности колеблются вокруг нуля, две фазы по току или по напряжению скрещены. Когда эталон показывает отрицательную мощность, имеет место неправильный порядок фаз напряжений или токов.

7. После уточнения вида ошибки измерением суммарной мощности можно с помощью измерений фазных мощностей локализовать ошибку более конкретно. Эти измерения выявляет фазу, в которой находится ошибка, но не может однозначно указать, что ошибка в цепи напряжения или тока. Только последующие измерения фазных и линейных напряжений дают однозначную локализацию ошибки.

Практическая методика

Из перечисленных результатов исследований был разработан нижеприведенный порядок выполнения измерений для однозначного обнаружения ошибки в цепи подключения в случае четырехпроводного счетчика активной энергии. Можно добавить, что в основном такой же порядок можно применять и в случае трехпроводного счетчика активной энергии.

Сначала следует осуществить с помощью рабочего эталона измерения погрешности испытуемого счетчика, чтобы убедиться, что сам счетчик в порядке. При этом можно использовать нагрузку, которая имеется в данный момент в точке измерения. Альтернативно можно применять устройство для создания фиктивной нагрузки. В случае применения фиктивной нагрузки следующий этап осуществляется легче. Либо подают на счетчик фиктивную нагрузку, либо вычисляют суммарную мощность на основе результатов измерений напряжений, токов и коэффициентов мощности. Затем проверяют совпадение измеренной суммарной мощности с поданной или вычисленной мощностью. В случае совпадения этих значений мощностей проводка счетчика в порядке. Если же суммарная мощность существенно ниже ожидаемого значения, то имеет место ошибка в цепи подключения счетчика. В этом случае можно ее однозначно обнаружить следующим порядком проведения измерений: фазные мощности, фазные напряжения, токи и линейные напряжения.

Если эталон может показывать векторную диаграмму, то обнаружение ошибок в цепи подключения счетчика еще проще, так как уже по положению векторов можно сделать вывод о виде ошибки.

Предлагаемые технические средства

Некоторые современные эталонные счетчики оснащены серийным интерфейсом. Однако при измерениях на месте работы счетчика нередко невозможно осуществить гальванические развязки. Поэтому в переносном оборудовании фирмы МТЕ Митер Тест Экуипмент Корп. имеется серийный интерфейс оптического типа для считывания данных из прибора. В таком случае нет опасности повреждения включенной аппаратуры, такой как компьютер, запоминающее устройство и т.п.

Прибор связан через свой интерфейс с переносным компьютером. Имеющийся пакет программ дает возможность одновременной индикации всех измеренных величин на цветном мониторе. Векторная диаграмма облегчает выявление ошибок. Кроме того, имеется функция запоминания данных. Это дает возможность запомнить нагрузочные кривые не только по суммарной активной мощности, но и запомнить все остальные результаты измерений для последующей обработки специалистами по эксплуатации сетей. Время интегрирования можно выбрать от 1 с до несколько часов.

В качестве альтернативы имеется внешнее запоминающее устройство (UDS), которое может запоминать все результаты измерений эталона для последующей обработки на компьютере. Оно также соединяется с эталоном через оптический серийный интерфейс. При необходимости можно подключить к нему печатающее устройство для непосредственной распечатки результатов измерений.

Другие схемы и многократные ошибки

Кроме описанной выше схемы измерений четырехпроводной цепи активной мощности, была исследована трехпроводная схема, а также произведены измерения реактивной мощности. Результаты измерений в этих случаях подобны вышеописанным. В этих случаях также можно с помощью небольшого, удобного рабочего эталона в течение короткого времени обнаружить, имеется ли ошибка в подключении и какого она рода. Результаты исследований имеются у автора.

Во всех рассмотренных случаях не были учтены многократные ошибки, например отсутствие напряжения в одной фазе и скрещенный ток в другой фазе. Из-за очень большого количества возможных комбинаций многократных ошибок следовало бы рассмотреть так много случаев, что систематический анализ теряет смысл. Однако вероятность появления многократных ошибок на практике достаточно мала.

Выводы

В случаях претензий энергопотребителей, сомнениях в правильности регистрации в счетчике или переданных по телеметрическому выходу значений энергии или мощности, а также после установки нового трансформаторного счетчика целесообразно проверить правильность подключения прибора учета с помощью легкого и просто управляемого измерительного прибора. Современные переносные многофункциональные измерительные приборы являются для специалистов энергоснабжающих организаций удобными инструментами для выполнения этой задачи. Прибор выдает свои результаты через оптический интерфейс к переносному компьютеру для более удобной индикации и запоминания данных.

В некоторых ситуациях необходимо, чтобы прибор был включен в схему испытуемого счетчика без размыкания последовательных цепей. В таком случае измерения тока производятся с помощью токовых клещей. Погрешность измерений при этом достигает 0,5 %, что вполне достаточно для большинства измерений, тем более в таких случаях, когда задача состоит в том, чтобы обнаружить ошибку в цепи подключении счетчика. На рис. 1 и 2 показана схема включения в таких случаях.

Ошибки в цепях подключения при разных схемах можно обнаружить с помощью одной и той же методики. При помощи небольшого числа измерений можно определить, имеет место ошибка или нет, а также где она находится. Если, однако, имеется подозрение на существование одновременно нескольких ошибок, то необходимо более тщательно исследовать ситуацию у прибора учета. Но вероятность такого случая относительно невелика, потому автором не были рассмотрены такие случаи.



Замена ртутных ламп уличного освещения г. Новодвинска на натриевые

Информация о проекте

Город Новодвинск расположен на левом берегу р. Северная Двина, в 20 км к югу от Архангельска. Основан в 1936 г. как посёлок при целлюлозно-бумажном комбинате и назывался Первомайский. В 1977 г. посёлок Первомайский преобразован в город Новодвинск. В городе проживает около 50 000 человек.

В настоящее время по городу Новодвинску для нужд уличного освещения используются ртутные лампы ДРЛ в количестве 1900 штук, из них 1400 мощностью 250 Вт и 500 штук мощностью 400 Вт.

В среднем система освещения города тратит от 1000 до 1500 тыс. кВт-ч/год. Одним из наиболее интересных, с точки зрения проведения мероприятий по энергосбережению в городе Новодвинск, является модернизация системы уличного освещения.

В целом оборудование электроосветительного хозяйства города достаточно изношено, многие светильники требуют замены.

Настоящим проектом предусмотрена замена 100% ламп ДРЛ на WLS-150 (натриевые) и 93 предохранителя на автоматические выключатели. Так же, для отслеживания экономии планируется заменить 31 индукционный счетчик на электронный.

Таблица 1. Сравнительная характеристика ламп ДРЛ и WLS

Общие данные	ДРЛ-250	ДРЛ-400	WLS-150
Мощность, кВт	0,25	0,4	0,15
Световой поток Лм	13000	23000	15000
Срок службы. час	16000	16000	20000

Лампы WLS-150 обладают следующими преимуществами:

- Малое потребление электроэнергии;
- Более мощный световой поток;
- Не содержат вредных веществ и не требуют утилизации;
- Обеспечивают лучшее качество освещения при мокром асфальте.

Данный проект кроме неоспоримых социальных, экономических преимуществ дает так же значительные экологические преимущества:

- Экономия 666 900 кВт электроэнергии эквивалентна снижению сжигания мазута на Архангельской ТЭЦ на 130,2 тонны.
- Отказ от утилизации ртутьсодержащих ламп ДРЛ.

Предполагается, что после окончания реализации проекта администрацией МО «Город Новодвинск» будет создан «Револьверный фонд». Средства, сэкономленные после реализации данного проекта, будут возвращаться в «Револьверный фонд».

Такая схема возврата в «Револьверный фонд» будет функционировать до достижения 125% от средств, вложенных в данный проект. Далее эти средства пойдут на финансирование энергосберегающих проектов на территории МО «город Новодвинск».

Экономические показатели проекта приведены в следующей таблице.

Таблица 2. Показатель рентабельности по этому проекту

Показатели рентабельности		
Всего инвестиций	68695	USD
Чистые сбережения	27904,5	USD/year
Период окупаемости	2,5	Years
Чистая текущая стоимость	127298	USD
Коэффициент чистой текущей стоимости	1,85	
Внутренняя норма рентабельности	40	%

Проектные расходы. Статьи затрат по замене светильников и ламп в МО «Город Новодвинск» представлены в таблице 3.

Таблица 3. Затраты по проекту

Мероприятия	Кол-во	Стоимость
Стоимость ламп WLS150	1900	13000
Транспортировка		150
Стоимость дросселей для ламп WLS150	1900	19000
Стоимость работы по замене дросселей, USD		12350
Стоимость утилизации ламп ДРЛ	1900	9 500
Установка электронных счетчиков	31	9 300
Установка автоматических выключателей	93	1 395
Менеджмент, USD		4 000
Итого:		68695

Рентабельность проекта

Таблица 4. Расчет чистого сбережения

Элементы сбережения	Современная ситуация		После реализации		Чистые сбережения	
	Кол – во в год	USD/год	Кол - во	USD/год	Кол - во	USD/год
Потребление электроэнергии ДРЛ 250, кВт	819000	36855				
Потребление электроэнергии ДРЛ 400, кВт	468000	21060				
Потребление электроэнергии WLS150, кВт			666900	30010,5	620100	27904,5
Итого:	1287000	57915		30010,5		
Всего годовых сбережений						27904,5

Помимо, несомненно, важного экономического фактора, оказывающего определяющее влияние на принятие решения по данному проекту, необходимо также обратить внимание на то, что реконструкция системы уличного освещения влечет за собой целый ряд значимых социальных аспектов. Общеизвестно, что экономическая и социальная сферы неразрывно связаны между собой и изменения социального характера, как правило, влекут за собой изменения в финансовой сфере.

При недостаточном освещении водители планируют основную часть поездок в светлое время суток. Из-за увеличения интенсивности движения транспорта происходит более быстрое разрушение дорожного покрытия. Поэтому решение вопроса повышения эффективности уличного освещения экономически связанно не только с энергосбережением, но и со снижением затрат на эксплуатацию дорог.

Кроме того, качественное уличное освещение обеспечивает жителям городов чувство комфорта и безопасности, что позволяет людям избавиться от "феномена страха". Яркий свет на улицах города в вечерние часы обеспечивает спокойствие родителей за безопасность детей, что дает возможность организовать их досуг оптимальным образом (посещение музыкальных школ, спортивных секций и т.д.).

Статистические данные наглядно демонстрируют, что повышение уровня освещенности напрямую влияет на криминальную обстановку в городе, снижая, в первую очередь, число уличных преступлений. Улучшение криминальной обстановки в городе является не только положительным социальным фактором, но и позволяет экономить бюджетные средства.

Экологические преимущества

Чистые годовые сбережения:
- Электроэнергия - 620 100 тыс. кВт/ч
- Мазут топочный - 130,2 тонны

Реализация данного проекта дает, не только экономические, но еще и серьезные экологические преимущества за счет того, что лампы WLS-150 (натриевые), не требуют специальной утилизации по сравнению с ДРЛ (ртутными).

Усредненный весовой состав ртутьсодержащих ламп:

- стекло – 92%;
- ртуть – 0,02%;
- другие металлы – 2%;
- прочее – 5,98%.

Кроме этого проект дает следующие, трудно поддающиеся измерению в финансовом выражении, выгоды:

- Улучшение экологической и санитарно-гигиенической ситуации в городе Новодвинске и близлежащих населенных пунктах.
- Исключение выбросов парниковых газов *Углекислого газа* (CO_2) и *Закиси азота* (N_2O) вследствие сжигания жидкого топлива и *Метана* (CH_4) в результате распада органических веществ в хранилищах.

Ежегодное снижение потребления электрической энергии на 620 100 кВт-ч/год, равноценно снижению расхода топочного мазута на 130,2 т.н.т/год, которое приведет к ежегодному сокращению выбросов на 390,741тонн *Углекислого газа* (CO_2), 0,0151 тонн *Метана* (CH_4) и 0,00303 тонн *Закиси азота* (N_2O) . Кроме того, произойдет сокращение вредных выбросов: : *Окиси углерода (CO), Оксидов азота* (NO_X), *Диоксида азота* (NO_2), *Оксида азота (NO), Диоксида серы* (SO_2), *Сажи (C), Мазутной золы электростанций в пересчете на Ванадий (V)* .

Финансовый план

Общая стоимость проекта составляет 68 695 USD. Финансирование проекта будет осуществляться при помощи займа из «Револьверного фонда», состоящего на 50% из средств бюджета МО «город Новодвинск» и на 50% из гранта НЕФКО.

Таблица 6. План финансирования

Источники финансирования	Средства
Собственные средства	29 000 US
Условный грант НЕФКО	39 695
Итого:	68 695USD

Анализ рисков

Риск завершения

Для реализации проекта разработан детальный план внедрения данного проекта, определены основные поставщики оборудования, возможные подрядчики на выполнение работ, которые зарекомендовали себя с положительной стороны при производстве аналогичных работ на территории Архангельской области. Незамедлительно после принятия бизнес- плана будет проведен тендер между возможными подрядчиками и окончательное решение будет принято по итогам тендера.

Технологический риск

Все оборудование, которое будет использоваться, имеет принятые в России сертификаты качества и хорошие рекомендации от тех, кто его уже использует. Все строительные материалы, которые будут использоваться, так же имеют Российские и международные сертификаты качества.

Эксплуатационный риск

Используемое в данном проекте оборудование не требует специальной подготовки в эксплуатации.

Риск реализации продаж

Существует риск снижения движения наличности при снижении затрат на освещение МО «Город Новодвинск», так как затраты имеют целевое финансирование из бюджета по фактическим затратам. Для снижения этого риска администрация МО «Город Новодвинск» обязуется зафиксировать затраты на освещение на уровне до реализации мероприятий и финансировать их по действующим на момент оплаты тарифам до конца реализации проекта и возврата 125% в «Револьверный фонд»

Источник информации: http://aoeec.pomor.ru/

«Электронная электротехническая библиотека»

http://electrolibrary.info

Большой архив различного рода публикаций электротехнической тематики для электриков и всех, кому просто интересна электротехника и все что с ней связано: статьи, электронные книги, журналы, обучающие уроки. Сайт «Электронная электротехническая библиотека» на регулярной основе пополняется новыми интересными материалами.

И обратите внимание: все это Вы можете получить совершенно бесплатно! Просто посетите данный сайт по вышеуказанному адресу!

«Книги для электриков по почте»

http://electrolibrary.info/bestbooks/

Логическое дополнение к электронной библиотеке – витрина с самыми лучшими новыми книгами (учебниками, справочниками, монографиями) по различным разделам электротехники. Я отбираю самые лучшие новые книги для публикации информации о них на этом сайте, для того, что бы Вы могли познакомиться с ними, а в случае необходимости, заказать их с доставкой по почте.

Обязательно посетите этот полезный раздел сайта по вышеуказанному адресу!

Обозначения для электрических схем по нормам DIN 40 900/IEC 617

общие обозначения

постоянный ток

переменный ток

3/N 50Hz — 3-х фазный ток с нейтральным проводом и обозначением частоты, например 50Гц

переменный ток низкой частоты

переменный ток высокой частоты

системы проводки и ее виды

проводка

проводка подвижная

проводка подземная

проводка наземная, например свободная проводка

проводка на изоляторах

проводка на штукатурке

проводка в штукатурке

проводка под штукатуркой

проводка в электроинсталляционной трубе

обозначения цели применения проводки

проводка сильного напряжения, нейтральный провод (N), (M)

2) заземление (PE), нулевая фаза (PEN), провод уравнивания потенциала (PL)

2) проводка для передачи сигналов

2) проводка дальней связи

2) радиопроводка

2) обозначение по нормам DIN 40711

питания, заземления

распределительная коробка

с питанием наверх

с питанием сверху

снизу приходящий и вниз уходящий провод

с питанием вниз

с питанием снизу

проводящий вверх и вниз провод

с питанием наверх

с питанием вниз

соединение проводов

разветвляющая розетка или распределительная коробка

конец проводки (короткая сторона = вхождение кабеля)

ящик трансформатора силы тока

IP 44 — тоже с указанием защиты по нормам DIN 40 050, например IP 44

распределитель, переключатель

обрамления для приборов, например корпуса, распределительные шкафы, распределительные платы

заземление

место подключения заземления по нормам VDE 0100

масса (обозначение по нормам IEC 117)

источники питания, преобразователь

элемент питания, аккумулятор, батарея

6 V — тоже с указанием полярности и напряжения

220/5 V — трансформатор, например понижающий 230/5В

преобразователь

трансформатор переменного тока в постоянный, например прибор от сети

трансформатор из постоянного тока в переменный, на пример, для изменения полярности

приборы

предохранитель

3-х полюсный предохранитель

предохранитель с указанием номинального напряжения, например 10 А

ключ, выключатель

ключ с указанием вида защиты по нормам DIN 40 050, например IP 40

защитный выключатель (автомат)

защитный выключатель 4-х полюсный

защитный выключатель двигателя 3-х полюсный

коммутаторы

защитный выключатель малого напряжения

защитный выключатель постоянного напряжения

реле перегрузки, преимущественный выключатель

аварийный выключатель

инсталляционные переключатели

переключатель обычный

переключатель с контрольной лампой

переключатель 1/1 (выключатель однополюсный)

переключатель 1/2 (выключатель двухполюсный)

переключатель 1/3 (выключатель трехполюсный)

переключатель 4/1 (групповой переключатель однополюсный)

переключатель 5/1 (переключатель серий однополюсный)

переключатель 6/1 (переменный переключатель однополюсный)

переключатель 7/1 (крестовый переключатель однополюсный)

переключатель с таймером

кнопка

кнопка со световым сигналом

выключатель пуска тока

выключатель питания

переключатель прикосновением

плавный выключатель

1) название по нормам DIN 49290

разъемные соединения

простая розетка без защитного контакта

2	двойная розетка
	простая розетка с защитным контактом
3/N	простая трехфазная розетка с защитным контактом
2	двойная розетка с защитным контактом
	простая выключательная розетка с защитным контактом
	простая закрывающаяся розетка с защитным контактом
	радиорозетка
	антенное гнездо

измерительные приборы, реле и приборы управления частотами

A	измерительный прибор, например амперметр
	счетчик
10A	счетная панель, например с предохранителем или защитным выключателем в 10 А
	переключатель с часами, например для переключения тарифов
t	временное реле, например для освещения лестницы
	реле мигания, выключатели мигания
≈	реле управления частотой
	ограничитель по частоте

освещение

	лампа
5 x 60W	осветительный прибор с указанием кол-ва ламп и мощности, например 5 ламп по 60 Вт

лампы с выключателем

лампы с соединением для гирлянд

лампы с изменением яркости

запасные лампы в длительном включении

запасные лампы в состоянии ожидания

прожекторы

осветительные приборы с запасными лампами в состоянии ожидания

осветительные приборы с запасными лампами в состоянии включения

разрядные лампы и аксессуары

разрядные лампы

осветительные приборы с разрядными лампами с указанием кол-ва ламп, например 3 лампы

люминесцентные лампы

40 W

осветительная цепь для люминесцентных ламп, например 3 лампы по 40 Вт

65 W

осветительная цепь для люминесцентных ламп, например 2 лампы по 2х65 В

люминесцентная лампа с предварительным нагреванием

дроссель

К

компенсирующий дроссель

компенсирующий дроссель с фильтром низкой частоты

сигнальные приборы

будильник

зуммер

гонг

гудок

3)	сирена
3)	сигнальная лампа, световой сигнал
3)	световой сигнал для группы или световой сигнал направления
6 3)	многоразовый световой сигнал, например 6 сигналов
3)	световой сигнал с отключающей кнопкой
	кнопка (клавиша) вызова и отмены
4)	домовая связь
4)	кнопка (клавиша) вызова с именными табличками
	открыватель дверей
5)	электрические часы, например дополнительные часы
5)	основные часы
5)	сигнальные основные часы
	прибор контроля билетов, ручной
	сигнализатор пожара с ходовой частью
	кнопка пожарной тревоги
ϑ	датчик температуры
	датчик температуры на плавком элементе
	биметаллический датчик температуры
	дифференциальный датчик температуры

	централь для четырех защитных линий, для двух сигнальных линий, телефонная связь для двух приборов
	вызов милиции (полиции)
	контрольный сигнал, например с защитным отключением
	датчик тряски
	пропускной замок с нейтральным положением в защитном оборудовании
	оптическое фотореле
	пожарный датчик
	пороговый сумеречный выключатель

3) название по нормам DIN 40708

4) название по нормам DIN 18015

5) название по нормам DIN 40070, часть23

Редактор электронного журнала «Я электрик!»:

Повный Андрей electroby@mail.ru

Мои проекты:

http://electrolibrary.info – «Электронная электротехническая библиотека»

http://electrolibrary.info/blog/ - Мой светотехнический блог **«LIGHTING BLOG»**

http://electrolibrary.info/electrik.htm - Электронный журнал **«Я электрик!»**

http://electrolibrary.info/bestbooks/ - Электротехническая литература по почте

Почтовая рассылка **«Электротехническая энциклопедия»** - **http://electrolibrary.info/subscribe/**

P. S. Мне очень интересно услышать Ваше мнение по поводу этого номера электронного журнала «Я электрик!».

Пишите: **electroby@mail.ru**